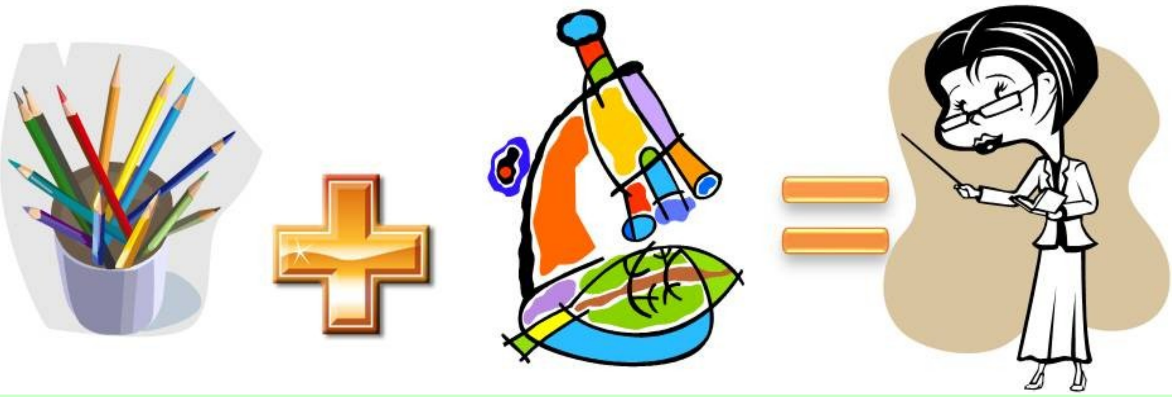




அறிவியல் பயிற்றும் முறை

பேராசிரியர் முனைவர்

ந சுப்பு ரெட்டியார்



1916 2016

ந சுப்பு ரெட்டியார் 100

Centenary Committee Publications

எளிமை, இனிமை, தெளிவு இவர்தம் நூல்களின் தனிச்சிறப்புகளாகும்.

அறிவியல் பயிற்றும் முறை

பேராசிரியர் முனைவர் ந சுப்பு ரெட்டியார்



எளிய வேளாண் குடியில் பிறந்து, தன் முயற்சியால் பயின்று,
ஆசிரியராக தொடங்கிப் பேராசிரியர் வரை உயர்ந்தவர்.
திருப்பதி திருவேங்கடவன் பல்கலைக்கழகத்தில் தமிழ்த்துறையை
உருவாக்கி அதன் தலைவராகப் பணியாற்றியவர்.
பல பல்கலைக்கழகங்களில்
சிறப்புநிலைப் பேராசிரியராகத் திகழ்ந்தவர்.

பண்டையத் தமிழ்க்கல்வி மரபில் வேரூன்றி,
நவீனக் கல்விப் பயிற்றல் முறைகளில் தேர்ந்தவர்.
பல ஆய்வாளர்களை உருவாக்கியவர்.
வாழ்நாள் முழுவதும் எழுத்தும், பேச்சுமாக வாழ்ந்தவர்.
136 [135 +1] நூல்களைப் படைத்துப் பன்முக ஆளுமையாக மிளிர்ந்தவர்.

அன்னாரின் நூற்றாண்டு (2015~2016)
108 நிகழ்வுகளாக தமிழகமெங்கும்
மிகச் சிறப்பாக கொண்டாடப் பெற்றது.

மாணாக்கர்களிடையே, இக்காலத்தில்
மிகவும் வேண்டப்பெறும் ‘அறிவியல் மனப்பான்மை’யை
உற்சாகத்துடன் உருவாக்கும் பொருட்டு
யாக்கப்பெற்ற நூல்

ந சுப்பு ரெட்டியார் 100
Centenary Committee Publications

ISBN: 978-81-938927-1-8

eBOOK ~ மின் நூல்

அறிவியல் பயிற்றும் முறை

அருங்கலைக்கோன், சடகோபன் பொன்னடி, சேவா ரத்னா,
தமிழ்ப்பேரவைச் செம்மல், கலைமாமணி, ஆய்வுத்தமிழரசு,
பொதுமறைச் செம்மல், வைணவ இலக்கிய மாமணி

பேராசிரியர் முனைவர்

ந சுப்பு ரெட்டியார்

முன்னாள் வாழ்நாள் மதிப்பியல் பேராசிரியர்

தமிழ் இலக்கியத்துறை
சென்னைப் பல்கலைக்கழகம்





1916 2016

ந சுப்பு ரெட்டியார் 100

Centenary Committee Publications

அறிவியல் பயிற்றும் முறை

முதற்பதிப்பு – 1957
திருத்திப்பெருக்கிய இரண்டாம் பதிப்பு - 1971
மூன்றாம் பதிப்பு - 2018

PRICE: Rs.325.oo

Published by:

ந சுப்பு ரெட்டியார் 100

Centenary Committee Publications

AD-13, 5th Street, Anna Nagar West, Chennai – 600 040

ISBN: 978-81-938927-1-8

9 788193 892718 >

Wrapper design: **Centenary Committee**
Printed at: DJ Prints, Chennai – 600 095

அன்புப் படையல்

நலம்கிளர் ஊக்கம் எனும்புனல் பெய்து
நாள்தொறும் அன்புற வளர்த்த
பொலம்கிளர் முயற்சிக் கொடியினில் பூத்த
பொருள்எனும் நறுமலர் கொய்து
புலம்கிளர் தெய்வக் கலைமகள் அடிக்கே
பொற்புற அணிந்துளம் களிக்கும்
வலம்கிளர் டாக்டர் **அழகப்ப வள்ளல்**
மலரடிக் குரியதிந் நூலே.



திருத்திய (இரண்டாம்) பதிப்பு

"இன்றுஆக நாளையே ஆக இனிச்சிறிது
நின்றுஆக நின் அருள்என் பாலதே ; நன்றாக
நான்உன்னை அன்றிஇலேன் கண்டாய் ; நாரணனே !
நீஎன்னை அன்றி இலை."[1]

—திருமழிசையாழ்வார்

பதின்மூன்றாண்டுகட்குப் பிறகு இந்நூல் வடவேங்கடத்து ஏழுமலையான் திருவடிவாரத்திலிருந்து புதிய வடிவில் புதிய கோலத்துடன் பெருமித நடை போட்டுக்கொண்டு தமிழகத்தில் உலா வருகின்றது. நூலின் அடிப்படைக் கருத்துக்களில் அதிக மாற்றம் இல்லையாயினும் சில இடங்களில் புதிய கருத்துக்கள் நுழைக்கப்பெற்றுள்ளன. நடையிலும் அடிக்குறிப்புக்களிலும் நூல் திருத்தம் அடைந்துள்ளது. கலைச் சொற்களில் அதிக மாற்றங்கள் நிகழ்ந்துள்ளன. தமிழ்க் கலைக் களஞ்சியத்திலுள்ள கலைச்சொற்களும், சென்னை மாகாணத் தமிழ்ச் சங்கம் (திருநெல்வேலி) 1959-இல் வெளியிட்ட கலைச்சொற்களும், ஜி. ஆர். தாமோதரன் குழுவினரால் தொகுக்கப்பெற்றுத் தமிழக அரசினரால் வெளியிடப்பெற்றுள்ள (1962) கலைச் சொற்களும் இப் பதிப்பில் இடம் பெற்றுள்ளன.

திருத்திப் பெருக்கிய பதிப்பு வெளிவருவதற்கு என் முயற்சியை நிறைவேற்றி வைத்த "பைந்தமிழ்ப் பின் சென்ற பச்சைப் பசுங் கொண்டலின்"[2] திருவடிகளை நினைந்து போற்றுகின்றேன். "எம்பெருமான் பொன்மலையில் ஏதேனும் ஆவேனே"[3] என்று குலசேகராழ்வார் விரும்பியவாறு தமிழ்நாட்டெல்லையிலிருந்துகொண்டு தொடர்ந்து தமிழ்ப் பணியாற்றுவதற்கும், யான் எதிர்பாராத நலன்களையெல்லாம் எனக்கு நல்கி, என் உடல் நலத்தையும் மனவளத்தையும் வளர்த்துக் குன்றாது பாதுகாக்கும் "குன்றம் ஏந்திக் குளிர் மழை காத்தவன்"[4] திருவடிகளை வாழ்த்தி வணங்குகிறேன்.

திருப்பதி,
மார்ச்சு 20, 1971

ந. சுப்பு ரெட்டியார்

1. நான்முகன் திருவந்தாதி—7
2. மீனாட்சியம்மை பிள்ளைத் தமிழ்—3
3. பெருமாள் திருமொழி 4 : 10
4. திருவாய்மொழி 8:3:8

முதற்பதிப்பின் நூல்முகம்

தெளிவுறவே அறிந்திடுதல், தெளிவுதர
மொழிந்திடுதல், சிந்திப் பார்க்கே
களிவளர உள்ளத்தில் ஆனந்தக்
கனவுபல காட்டல், கண்ணீர்த்
துளிவரவுள் ளுருக்குதல்இங் கிவைஎல்லாம்
நீயருளும் தொழில்கள் அன்றோ?
ஒளிவளரும் தமிழ்வாணீ ! அடியனேற்கு
இவையனைத்தும் உதவு வாயே. [1]

—பாரதி

பயிற்றிப் பலகல்வி தந்து—இந்தப்
பாரை உயர்த்திட வேண்டும்'' [2]

என்ற பாரதியாரின் 'கல்வித் திட்டத்தை' நிறைவேற்ற வேண்டுமானால் தாய் மொழியிலேயே எல்லாப் பாடங்களையும் கற்பித்தல் வேண்டும். கல்லூரிகளிலும் பல்கலைக் கழகங்களிலும்கூடத் தாய்மொழி வாயிலாகவே கற்பிக்கும் நிலை ஏற்பட்டால்தான் எத்தனையோ விதங்களில் வீணாகப்போகும் ஆற்றல்கள் சரியான முறையில் பயன்படும். தாய் மொழியிலும் வட மொழியிலும் உள்ள சமயக்கருத்துக்களையும் அம் மொழியிலுள்ள கல்வெட்டுக்கள் போன்றவற்றையும்கூட ஆங்கிலத்தில் படிப்பதுதான் சிறப்பு என்று கருதும் குறுகிய எண்ணமும் நீங்கும். இராஜாஜி அவர்கள் சொல்லுவது போல, [3] பலர் கலைச்சொல் பிரச்சினையையும் போதனாமொழிப் பிரச்சினையையும் ஒன்று சேர்த்துக் "குட்டையைக் குழப்பி"ப் போதனாமொழிப் பிரச்சினையை என்றும் தீராத பிரச்சினை போல் காட்டுகின்றனர். மக்கள் நலனையும் நாட்டு நலனையும் அடிப்படை நோக்கமாகக் கொண்டு, தங்கள் போக்கே சரி என்று வக்கீல் வாதம் செய்யாது, தெளிவாகவும் விரைவாகவும் பொருளறிவு பெறுவதற்கு வழி காண்பதில் பரிவுடனும் இதயத் தூய்மையுடனும் ஒத்துழைத்தால் அனைத்தும் சீர்படும்.

ஆங்கில மொழியை இன்று உலகமனைத்தும் புகழ்ந்து பாராட்டுவதற்கு மில்ட்டனும் ஷேக்ஸ்பியரும் படைத்துள்ள இலக்கியங்கள் மட்டும் காரணமன்று. உலகிலுள்ள கலைகளனைத்தும் அம்மொழியில் யாவரும் உணரக்கூடிய முறையில் வெளியிடப்பெற்றிருப்பதுதான் அம்மொழியின் உயர்வுக்குக் காரணமாகும். அது போலவே, தமிழ்

1. பாரதியார் : பாஞ்சாலி சபதம்—154
2. பாரதியார் கவிதைகள்—முரசு, 30
3. கல்கி-செப்டம்பர் 23-ஆம் தேதி இதழ் (1956)

மொழி சிறப்புடன் மிளிர்வதற்குக் கம்பனும் வள்ளுவனும் இளங்கோவும் ஏனையோரும் செய்துள்ள இலக்கியங்கள் மட்டிலும் போதா.

" புத்தம் புதிய கலைகள்—பஞ்ச
பூதச் செயல்களின் நுட்பங்கள் கூறும்;
மெத்த வளருது மேற்கே—அந்த
மேன்மைக் கலைகள் தமிழினில் இல்லை" [4]

என்ற குறை தமிழுக்கிருத்தல் கூடாது. இவையனைத்தும் புறநானூற்றுக் காலத்திலேயே தமிழில் இருந்தன என்று 'பழங்கதையையே' அடிக்கடி சொல்லி மகிழ்வதால் யாதொரு பயனும் இல்லை. கல்லூரிகளில் தாய்மொழி வாயிலாகக் கல்வி பயிற்றப் பெற்றால்தான் இவையனைத்தும் தமிழில் தோன்றுவதற்கு வாய்ப்புக்கள் அமையும். அப்பொழுதுதான் பிற நாட்டுச் சாத்திரங்கள் அனைத்தையும் தமிழில் மொழி பெயர்க்கவும் முடியும்.

தமிழில் எல்லாக் கலைகளையும் எழுதவும் விளக்கவும் முடியும் என்பதைச் சிலர் இன்னும் ஒப்புக்கொள்வதில்லை. இவர்கள் தமிழ் மொழியில் எல்லாவற்றிற்கும் தக்க கலைச்சொற்கள் இல்லாத காரணத்தால் இவ்வாறு எண்ணுகின்றனர். எந்த மொழியிலும் அதன் வாயிலாகப் பொருள்களை விளக்க முயன்றாலன்றிப் புதிய கலைகட்கு வேண்டிய சொற்களும் தொடர் மொழிகளும் அமைவதில்லை. பொருள்களை எடுத்துக்கொண்டு விளக்க முயன்றால் இவை தாமாக அமைந்து விடும். இவ்வாறே மேற்புல மொழிகளனைத்திலும் கலைச்சொற்கள் உண்டாகி, அம்மொழிகள் வளர்ச்சியடைந்து வருகின்றன. கலைச்சொற்களை உண்டாக்கிக்கொண்டு தாய்மொழியில் கற்பித்தல் தொடங்க வேண்டும் என்று நினைப்பது, நீந்தக் கற்றுக்கொண்ட பிறகு நீரில் இறங்க வேண்டும் என்று எண்ணுவது போலாகும். செயலில் இறங்கினால்தான் அனைத்தும் சீர்படும். இலக்கிய இலக்கண வளமும் சொற்களஞ்சியப் பேறும் பெற்றுள்ள தமிழ் மொழியின் நீர்மையை அறிந்து, பிற கலைகளைத் தமிழ் மொழியில் வடித்துத் தரும் பணியில் ஈடுபடுவோர்கள்தாம் 'தமிழ் மொழி அனைத்திற்கும் வளைந்து கொடுக்கும்' என்ற உண்மையை அறிவர். அப்பொழுதுதான் 'சொல்லும் திறமை தமிழ்மொழிக்கில்லை' என்ற குறையும் நீங்கும். தமிழ் மொழியும் வளர்ந்து மேலும் வளம் பெறும்.

ஐந்தாண்டுத் திட்டங்களில் எவ்வளவோ பெருந்தொகைகள் பல துறைகளுக்கும் செலவழிக்கப்பெறுகின்றன. ஒவ்வொரு கலைத்துறையிலும் மண்டல மொழிகளில் பல நிலைகளிலும் வெளிவரும் நல்ல நூல்கட்கு மூன்று ஆயிரம், ஐயாயிரம் ரூபாய்கள் பரிசளிக்கும் திட்டத்தை அரசினர் மேற்கொண்டால் பல நூல்கள் உருவாகி வெளிவரும். அவற்றுள் சிறந்தவற்றுக்குப் பரிசுகள் நல்கி, அரசினரோ பல்கலைக்

4. பாரதியார் கவிதைகள் : தமிழ்த்தாய்

மொழி சிறப்புடன் மிளிர்வதற்குக் கம்பனும் வள்ளுவனும் இளங்கோ வும் ஏனையோரும் செய்துள்ள இலக்கியங்கள் மட்டிலும் போதா.

"புத்தம் புதிய கலைகள்—பஞ்ச
பூதச் செயல்களின் நுட்பங்கள் கூறும்;
மெத்த வளருது மேற்கே—அந்த
மேன்மைக் கலைகள் தமிழினில் இல்லை" [4]

என்ற குறை தமிழுக்கிருத்தல் கூடாது. இவையனைத்தும் புற நானூற்றுக் காலத்திலேயே தமிழில் இருந்தன என்று 'பழங்கதையையே' அடிக்கடி சொல்லி மகிழ்வதால் யாதொரு பயனும் இல்லை. கல்லூரிகளில் தாய்மொழி வாயிலாகக் கல்வி பயிற்றப் பெற்றால்தான் இவையனைத்தும் தமிழில் தோன்றுவதற்கு வாய்ப்புக்கள் அமையும். அப்பொழுதுதான் பிற நாட்டுச் சாத்திரங்கள் அனைத்தையும் தமிழில் மொழி பெயர்க்கவும் முடியும்.

தமிழில் எல்லாக் கலைகளையும் எழுதவும் விளக்கவும் முடியும் என்பதைச் சிலர் இன்னும் ஒப்புக்கொள்வதில்லை. இவர்கள் தமிழ் மொழியில் எல்லாவற்றிற்கும் தக்க கலைச்சொற்கள் இல்லாத காரணத்தால் இவ்வாறு எண்ணுகின்றனர். எந்த மொழியிலும் அதன் வாயிலாகப் பொருள்களை விளக்க முயன்றாலன்றிப் புதிய கலைகட்கு வேண்டிய சொற்களும் தொடர் மொழிகளும் அமைவதில்லை. பொருள் களை எடுத்துக்கொண்டு விளக்க முயன்றால் இவை தாமாக அமைந்து விடும். இவ்வாறே மேற்புல மொழிகளனைத்திலும் கலைச்சொற்கள் உண்டாகி, அம்மொழிகள் வளர்ச்சியடைந்து வருகின்றன. கலைச் சொற்களை உண்டாக்கிக்கொண்டு தாய்மொழியில் கற்பித்தல் தொடங்க வேண்டும் என்று நினைப்பது, நீந்தக் கற்றுக்கொண்ட பிறகு நீரில் இறங்க வேண்டும் என்று எண்ணுவது போலாகும். செயலில் இறங்கினால்தான் அனைத்தும் சீர்படும். இலக்கிய இலக்கண வளமும் சொற்களஞ்சியப் பேறும் பெற்றுள்ள தமிழ் மொழியின் நீர்மையை அறிந்து, பிற கலைகளைத் தமிழ் மொழியில் வடித்துத் தரும் பணியில் ஈடுபடுவோர்கள்தாம் 'தமிழ் மொழி அனைத்திற்கும் வளைந்து கொடுக்கும்' என்ற உண்மையை அறிவர். அப்பொழுதுதான் 'சொல்லும் திறமை தமிழ்மொழிக்கில்லை' என்ற குறையும் நீங்கும். தமிழ் மொழியும் வளர்ந்து மேலும் வளம் பெறும்.

ஐந்தாண்டுத் திட்டங்களில் எவ்வளவோ பெருந்தொகைகள் பல துறைகளுக்கும் செலவழிக்கப்பெறுகின்றன. ஒவ்வொரு கலைத்துறையிலும் மண்டல மொழிகளில் பல நிலைகளிலும் வெளிவரும் நல்ல நூல் கட்கு மூன்று ஆயிரம், ஐயாயிரம் ரூபாய்கள் பரிசளிக்கும் திட்டத்தை அரசினர் மேற்கொண்டால் பல நூல்கள் உருவாகி வெளிவரும். அவற்றுள் சிறந்தவற்றுக்குப் பரிசுகள் நல்கி, அரசினரோ பல்கலைக்

4. பாரதியார் கவிதைகள் : தமிழ்த்தாய்

கழகங்களோ வெளியிட்டு,அவற்றின் துணைக்கொண்டு செயலில் இறங்கலாம். நாளடைவில் பல குழுக்களை நிறுவி, நூல்கள் எழுதியவர்களையும் குழுவில் உறுப்பினர்களாகச்செய்து, கலைச் சொற்களை அறுதியிடுவதில் வெற்றியும் பெறலாம். இவ்வாறு திட்டமிட்டுப் பணியாற்றினால்தான் அனைத்தும் விரைவாகவும் திறனுடனும் சீர்பட்டு நடைமுறைக்கு வரும்.

இந்நூல் அறிவியல் பயிற்றும் முறையைக் கூறுவது. சென்ற பிப்ரவரித் திங்களில் (1956) நடைபெற்ற சென்னைப் பல்கலைக் கழகக் கல்வி ஆலோசனைக் குழு (Academic Council) வின் கூட்டத்தில் பி. டி. தேர்வுக்குரிய விருப்பப் பாடங்களைத் தாய் மொழியில் கற்பிக்கலாம் என்று தீர்மானிக்கப் பெற்றது. அந்தத் தீர்மானத்தையொட்டி நடைமுறையாண்டில் சில பயிற்சிக் கல்லூரிகளில் விருப்பப் பாடங்கள் தாய்மொழியில் கற்பிக்கப்பெற்று வருகின்றன. அக் கல்லூரிகளில் பயிற்சி பெறும் மாணாக்கர்கட்குப் பயன்படலாம் என்றும், ஆசிரியர் பயிற்சிப் பள்ளிகளிலுள்ளவர்கட்கும் மேற்கோள் நூலாக உதவக் கூடும் என்றும் நம்பியே இந்நூலை எழுதத் துணிந்தேன். எழுதி முடிப்பதற்கு எட்டுத் திங்கள்கள் ஆயின. பயிற்சிக் கல்லூரி மாணாக்கர்கட்குப் பயன்படும் நிலையில் அறிவியல் பயிற்றும் முறை பற்றித் தமிழில் எழுதப்பெற்று வெளியிடப்பெறும் முதல் **நூல்** இதுவேயாகும்.

ஒன்பது ஆண்டுகள் உயர்நிலைப்பள்ளியில் தலைமையாசிரியனாக இருந்தபொழுது அறிவியல் பாடத்தை எல்லா வகுப்புகட்கும் கற்பித்த அநுபவத்தைக் கொண்டும், நேரில் அறிந்த பல செய்திகளைக் கொண்டும், ஏழு ஆண்டுகள் பயிற்சிக் கல்லூரியில் பெற்ற நேரநுபவத்தைக் கொண்டும், இந்நூல் ஆக்கப் பெற்றுள்ளது. இதில் குறிப்பிடப்பெற்றுள்ள பல்வேறு செய்திகளும் வெறும் ஏட்டுச் சுரைக்காய் அன்று. அனைத்தும் நடைமுறையில் மேற்கொள்ளக் கூடியவை; அநுபவத்தால் அறிந்தவை.

நூல் பதினைந்து இயல்களாகப் பிரிக்கப்பெற்றுள்ளது. முதல் இயலில் பள்ளிகளில் அறிவியல் பயிற்ற வேண்டிய இன்றியமையாமையும், இரண்டாம் இயலில் அது பயிற்றப்பெறுவதன் நோக்கங்களும் ஆராயப்பெற்றுள்ளன. மூன்றாவது, நான்காவது இயல்களில் முறையே அறிவியல் பாடத்திற்குரிய பொருள் அறுதியீடு, அறுதியிடப் பெற்றவற்றைப் பல்வேறு முறையில் பாடத்திட்டமாக அமைத்தல் ஆகியவை கூறப்பெற்றுள்ளன. ஐந்தாவது இயலில் அறிவியல் பாடத்திற்கே சிறப்பானதும், அறிவியல் துறையிலிருந்தே தோன்றியதுமான 'அறிவியல் முறை' பற்றி விரிவாக விளக்கப்பெற்றுள்ளது. ஆறாவது, ஏழாவது இயல்களில் அறிவியல் பயிற்றுவதற்கு மேற்கொள்ளப்பெறும் பல்வேறு முறைகள் சுருக்கமாகக் கூறப்பெற்றுள்ளன. ஒன்பதாவது, பத்தாவது இயல்களில் முறையே

ஆய்வகம் அமைத்தல், ஆய்வகத்துள்ள துணைக்கருவிகள், துணைக கருவிகளைப் பாதுகாக்கும் முறைகள் ஆகியவை விளக்கமாகக் கூறப் பெற்றுள்ளன. பதினொன்றாவது, பன்னிரண்டாவது இயல்களில் அறிவியல் பாடத்தைச் சுவையுடன் பயிற்றும் வழிகளும் சாதனங்களும் விரிவாக விளக்கப்பெற்றுள்ளன. பதின்மூன்றாவது இயல் அறிவியலைப் பிற பாடங்களுடன் பொருத்திப் பயிற்றலை விளக்குகின்றது. பதினான்காவது இயல் அறிவியல் பாடத்தில் மேற்கொள்ளப் பெறும் பழைய முறை - புதிய முறைத்தேர்வுகளை எடுத்துரைக் கின்றது. பதினைந்தாவது இயலில் அறிவியல் ஆசிரியர்கட்குத் தேவையான நடைமுறைக் குறிப்புக்கள் தரப்பெற்றுள்ளன. நூலின் இறுதியில் நூலில் மேற்கொள்ளப்பெற்றுள்ள கலைச் சொற்கள், மேற்கோள் நூல்களின் பட்டியல் பொருட்குறிப்பு அகராதி மாதிரிப் பாடக்குறிப்புக்கள் ஆகியவை பின்னிணைப்புக்களாக அமைந்துள்ளன. "கலைச்சொற்கள்' ஆங்கிலத்தில் படிக்கும் முறை கள் பற்றிய பல்வேறு கருத்துக்களைத் தமிழில் அமைத்துக் கோடலுக்கும்' 'மேற்கோள் நூல்கள்' இந்நூலைப் படிப்போரை மேலும் படிப்பில் ஊக்குவதற்கும், பொருட்குறிப்பு அகராதி பல செய்திகளை விரும்பியவாறு தொகுத்தறிவதற்கும், 'மாதிரிப் பாடக் குறிப்புக்கள்' பயிற்சிக் கல்லூரி, பயிற்சிப் பள்ளி ஆகியவற்றில் பயிற்சி பெறும் இளம் ஆசிரியர்கட்குத் துணையாக இருப்பதற்கும் என்றே சேர்க்கப் பெற்றுள்ளன. 1938-இலும் 1947-இலும் அரசினரால் வெளி யிடப்பெற்றுள்ள கலைச்சொற்கள் அப்படியே எடுத்துக்கொள்ளப் பெற்றுள்ளன; சில புதிய சொற்கள் ஆக்கப்பெற்றும் மேற்கொள்ளப் பெற்றுமுள்ளன. இச்சொற்கள் யாவும் சரியான முறையில் ஒரு நிலை யாக்கப் பெற்றுள்ளன என்று சொல்வதற்கில்லை. நடைமுறையில் இவை இன்னும் திருத்தம் பெற வேண்டியவை. அடுத்த பதிப்பில் இவை இன்னும் நன்கு சீர்பெறும்.

இன்று பள்ளிகளில் பெரும்பாலும் பாட நூல்களின் துணைக் கொண்டே அறிவியல் கற்பிக்கப்பெறுகின்றது. மாணக்கர்களைத் தலைக்கு ஒரு பத்தியாகப் படிக்கச் சொல்லி, அதிலுள்ள பொருள் விளக்கப்பெறுகின்றது. பள்ளிகளில் துணைக்கருவிகள் மனநிறைவு கொள்ளும் வகையில் இல்லை; அவை இருந்தாலும் ஆசிரியர்கள் அவற்றைக் கையாளுவதும் இல்லை. பாடநூல், சீமைச் சுண்ணம்புக் கட்டி, கரும்பலகை ஆகிய மூன்றைக்கொண்டே — சில சமயம் பின் னிரண்டும் இல்லாமலேயே—'சகல காரியங்களையும்' ஆசிரியர்கள் முடித்து விடுகின்றனர்! "வல்லவனுக்குப் புல்லும் ஆயுதம்' என்ற பழ மொழிக் கிணங்க இந்நூலில் கூறப்பெற்றுள்ள சில வழிகளை அறிவியல் பயிற்றும் ஆசிரியர்கள் மேற்கொண்டால் மாணக்கர்கள் அறிவியலை உற்சாகமாகக் கற்பதுடன், அவர்களிடம் இக்காலத்தில் மிகவும் வேண்டப் பெறும் 'அறிவியல் மனப்பான்மை'யும் அமையும்.

இந்நூல் உருவாகிக்கொண்டிருக்கும் பொழுது பிரதி சரியாக அமைவதற்குப் பல விதமான யோசனைகளைக் கூறியவர் என் கெழுதகை நண்பர் உயர்திரு. **சா. கணேசன்** அவர்கள்; தமிழில் எல்லாக் கலைகளையும் வடித்துத் தந்து தமிழ்ப்பணி ஆற்ற வேண்டும் என்று துடித்து நிற்கும் உயர்குணச் செம்மல்; பல்கலைகளிலும் அநுபவம் மிக்கு பல்வேறு கலைஞர்களிடமும் 'சுவையாக' உரையாடும் பண்புடையாளர். 'செய்வன திருந்தச் செய்' என்ற பழமொழியின் உயிர்நாடியை இவரிடம்தாம் காணல் வேண்டும். கலைச்சொற்களை ஆக்கும் பொழுது அவர்களிடம் மேற்கொண்ட 'விவாதம்' பல அருமையான கலைச்சொற்களைப் பிறப்பித்துள்ளன, இவ்வாறு எனக்குப் பல விதங்களில் உதவி புரிந்த இப்பெரியாருக்கு என் உளங்கனிந்த நன்றியைத் தெரிவித்துக்கொள்ளுகின்றேன்.

இந்நூலைச் செவ்விய முறையில் பதிப்பித்து அழகுற ஆக்கிக் கற்போர் கரங்களில் கவினுறப் பொலியச் செய்த **பழநியப்பச் சகோதரர்கள்** அவர்கட்கு என் நன்றியறிதலைத் தெரிவிக்கின்றேன்.

ஆண்டவன் திருவருட்பெருக்கை எண்ணி எண்ணி ஒவ்வொருவரும் தத்தமக்கு இயலக்கூடியவற்றை அவன் திருவடிகளில் சமர்ப்பித்து மகிழ்கின்றனர். ஆண்டவனிடமிருந்து உலகோர் பெறும் திருவருட்பயனுக்கு உலகினர் காணிக்கையாகச் சமர்ப்பிக்கும் பொருள்கள் சிறிதும் ஈடாகா. அவை அவர்களின் பக்திக்கும் மரியாதைக்கும் அறிகுறிகளேயன்றி வேறொன்றும் இல்லை. வள்ளல் டாக்டர் **அழகப்பர்** அவர்கள் தமிழ் நாட்டிற்கும் தமிழ் மக்கட்கும் செய்த, செய்து வருகின்ற நற்பணியை மனித எண்ணத்தில் அடங்கக்கூடிய அளவைகளால் அளந்தறியவொண்ணுது. பல கலைக்கூடங்களை நிறுவி, பல கலைகளை வளர்க்கும் 'உண்மைச் செல்வர்' அவர்; அறிவும் ஆற்றலும் அத்தனைக்கும் மேலாகத் "தனக்கென்று, ஒன்றேனும் உள்ளாப்" பண்பாடும் நிறைந்த மேதை. அத்தகைய பெரியார் நிறுவியுள்ள கலைக்கூடம் ஒன்றில் பணியாற்றும் சிறியேன் அவர்கள்பால் கொண்டுள்ள பேரன்பிற்கும் பெருமதிப்பிற்கும் அறிகுறியாக இந்நூலை அவர்கள் திருவடிகட்கு அன்புப் படையலாக்குகின்றேன். கல்லூரி மாணுக்கர்கட்கெனத் தமிழில் முதன் முதலாக வெளிவரும் முதல் நூலை பல கல்லூரிகளைத் தோற்றுவித்து வளர்த்துவரும் அப்பெரியார் அவர்களின் திருவடிகட்குப் படையலாக்குவதைக்காட்டிலும் பொருத்தமானது வேறொன்றும் உண்டோ ?

எனக்குள்ள பலவகையான குறைகளால் இந்நூலில் பலவித குறைபாடுகள் ஏற்பட்டிருத்தல் கூடும். சில கருத்து வேறுபாடுகளும் இருக்கலாம். அவற்றை அன்பர்கள் பொறுத்தருள்வார்களாக. நூலை அன்பர்கள் ஊன்றி நோக்கிக் குறைபாடுகளையும் கருத்து வேறுபாடுகளையும் தெரிவிப்பார்களாயின் அடுத்த பதிப்பில் அவற்றைத் திருத்திக்

கொள்வேன். இந் நூலை எழுதி வெளியிடுவதற்கு யான் மேற்கொண்ட முயற்சியை நிறைவேற்றி வைத்த எல்லாம் வல்ல திருவருளை வழுத்தி வணங்குகின்றேன்.

"குற்றம் களைந்து குறைபெய்து வாசித்தல்
கற்றறிந்த மாந்தர் கடன்"

அழகப்பா பயிற்சிக் கல்லூரி
காரைக்குடி,
ஏப்ரல் 1, 1957,

இங்ஙனம்,
ந. சுப்பு ரெட்டியார்

உள்ளுறை

பின்னிணைப்புகள்

1. பள்ளிகளில் அறிவியல்

பள்ளிகளின் கல்வி ஏற்பாட்டில் அறிவியல் ஒரு விந்தையான பாடம் என்பதைக் கல்வி அறிஞர்கள் உணர்ந்துள்ளனர். அப் பாடத்தைத் திறமையாகக் கற்பிப்பதற்குத் தேவைப்படும் பல்வேறு பொருள்கள், பல்வேறு சோதனைகள் ஆகியவற்றிலிருந்தே அதன் தனித் தன்மை தெளிவாகின்றது. சாதாரணமாக எளிதில் கிட்டக்கூடிய பென்சில், தாள்கள், கரும்பலகை, பாட நூல்கள், வேறு சில துணைக் கருவிகள் போன்றவற்றைக் கொண்டே பெரும்பாலான பாடங்களைக் கற்றுக்கொள்ளலாம். இவை யாவும் அறிவியல் கற்பித்தலுக்கும் இன்றியமையாதவையே. இவை மட்டிலும் அறிவியல் கற்றலுக்குக் கருவிகளாக அமையின் அறிவியல் கவர்ச்சியற்ற விறுவிறுப்பற்ற மந்தமான பாடமாக அமையும். அப்பாடம் திறமையுடன் கற்கப்பெற வேண்டுமாயின் அஃது அநுபவமாக மாறுதல் வேண்டும். ஒரு சிறுவன் அல்லது சிறுமியின் வாழ்க்கையுடன் அறிவியல் நெருங்கிப் பிணைந் திருப்பதால் அதனைக் கற்பதில் மாணாக்கர்கள் பாட நூல்களைப் படித்தலில் மட்டுமோ, அன்றி, சொற்பொழிவுகளைக் கேட்டலில் மட்டுமோ கட்டுப்பட்டிருக்க வேண்டியதில்லை. இவ்வுலகில் நாம் எங்குச் சென்றாலும் அறிவியல், சூழ்நிலையின் ஒரு நெருங்கிய பகுதியாகவே அமைந்துள்ளது. உயிர்வாழ் பிராணிகள், இப்பூமி, வானம், காற்று, நீர், வெப்பம், ஒளி, புவியீர்ப்பு ஆற்றல் போன்றவை அனைத்துமே அறிவியல் மெய்ம்மைகள் அடங்கியவையே. எனவே, அறிவியல் கற்றலுக்கு நேரடியான பொருள்களில்லையே என்ற கவலையை எந்த ஆசிரியரும் கொள்ள வேண்டியதில்லை.

உற்று நோக்கல், சோதனைகளை மேற்கொள்ளல் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில்தான் சிறந்த முறையில் அறிவியல் பயிற்றல் அமையும். இவற்றிற்கு ஈடுசெய்யக் கூடிய வேறு யுக்தி முறைகளே இல்லை என்று சொல்லலாம். ஆனால், சோதனைகள் செய்வதற்கும் அண்மையிலிருந்து கொண்டு உற்றுநோக்கல்களை மேற்கொள்வதற்கும் தனிப்பட்ட வசதிகள் வேண்டும். இவ்வுலகில் பெரும்பாலான இடங்

களில், அதிலும் தொடக்க, உயர்நிலைப்பள்ளி நிலைகளில் இவ்வசதிகள் பெறுவது அரிதாகவே உள்ளது. இதன் காரணமாக அறிவியல் பயிற்றலைச் சிறந்த முறையில் கொண்டுசெலுத்த இயலாத நிலை ஏற்படுகின்றது. தொடக்க உயர்நிலைப் பள்ளிகளின் நிலைகளில் எத்தனையோ சோதனைகளை வாணிக முறையில் உற்பத்தி செய்யப் பெற்ற கருவித்தொகுதிகளின்றியே செய்துகொள்ளலாம் என்பதை உற்சாகமும் கற்பனைத்திறனும் உள்ள ஆசிரியர்கள் நன்கு அறிவர்.

நமக்கு எளிதில் கிட்டக்கூடிய மூல—வளங்களை (Resources) நாம் தக்கமுறையில் பயன்படுத்தாமையாலும், தவறான பயிற்றும் முறைகளை மேற்கொள்வதாலும் நமக்கு அண்மையிலுள்ள பொருள்களே தொலைவிலுள்ளனபோல் ஆகிவிடுகின்றன. நாம் அவற்றைச் சிறுவர், சிறுமியர் அநுபவங்களுடன் தொடர்புறுத்திக் கற்பிக்காமையே இந்த அவல நிலைக்குக் காரணமாகும். நமக்கு எளிதில் கிட்டக்கூடிய சரளைக் கற்குழி அல்லது கற்சுரங்கம், பள்ளிக்கருகிலுள்ள காடு, தீக்கிரையான ஒரு பகுதி (சாலையோரம், வயல், காடுகள் போன்றவை), அண்மையிலுள்ள புலம் (Field), கட்டப்பெறும் நிலையிலுள்ள புதிய கட்டடம், மரம் அறுக்கும் ஆலை, வேளாண்மை அல்லது கால்நடைப் பண்ணை, காய்கறி—பூந்தோட்டம், தேனீக்கள் வளர்க்கும் இடம், பள்ளியின் ஆடுகளத்திலுள்ள ஒரு மரம், ஒரு பழத்தோட்டம், ஒரு சிறு ஓடை அல்லது குளம் போன்ற மூலவளங்களைக் கொண்டு திறமை மிக்க அறிவியல் ஆசிரியர் அறிவியல் பயிற்றலில் 'ஓர் அசுவமேத யாகமே' செய்துவிடலாம். இந்த மூலவளங்கள் திறமையுடன் கையாளப்பட்டால் அவற்றை மூன்று வழிகளில் பயன்படச் செய்யலாம். **முதலாவது :** உற்றுநோக்கும் மாணாக்கர்கட்கு அதிகமான வினாக்களை விடுப்பதற்கு அகத்தெழுச்சியைத் தருமாறு செய்தல். **இரண்டாவது :** அவர்கள் விடுக்கும் வினாக்கட்கு விடைகளைக் காணும் மூலங்களாகவும் துணைபுரியச் செய்தல். **மூன்றாவது :** அறிவியல் பொதுமைக் கருத்துக்கள் உண்மையுடையனவாகக் காணத் துணை செய்யுமாறு செய்தல் [1]. இவை மூன்றும் கைவரப்பெற்றால் அறிவியல் பாடம் நன்முறையில் செல்வதாகக் கொள்ளலாம்.

அறிவியல் யுகம் : இன்று நாம் அறிவியல் யுகத்தில் வாழ்கின்றோம். இப்புது யுகத்திற்கேற்றவாறு சூழ்நிலையை யொட்டிய கல்வியை அளிக்காவிடில் வாழ்க்கை சுவையுடன் அமையாது. இன்றைய வாழ்வில் அறிவியல் பயன்படாத துறைகளே இல்லை. அறிவியல் துறைகளில் புதிய கண்டுபிடிப்புகள், கைத்தொழில்களில் அவற்றின் பயன்கள், போக்குவரவு சாதனங்கள், செய்திகளைப் பரப்பும் முறைகள், புதிய முறை வேளாண்மை, நவீன சிகிச்சை முறைகள் ஆகியவற்றால்

---

1. யுனெஸ்கோ : அறிவியல் பயிலும் மூலமுதல் நூல்—பக் 16—20.

மனித வாழ்க்கை பன்மடங்கு உயர்ந்திருக்கின்றது என்பதற்கு ஐயமில்லை. கடந்த நூற்றைம்பது ஆண்டுகளாக இத்துறைகளில் வியத்தகு மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுள்ளன. இந்த மாற்றங்களுக் கேற்றவாறு மக்கள் சிந்தனை வளரவில்லை; அவர்கள் எண்ணும் முறைகளும் அமையவில்லை ; மனப்பான்மையும் ஏற்படவில்லை.

தவறான கருத்து: கடந்த இரண்டு உலகப் பெரும்போர்களால் மக்கள் சமூகமும் வாழ்க்கையைப்பற்றிய நம்பிக்கையை இழந்து வருகின்றது. ஜப்பானியத் தீவுகளில் அணுகுண்டுகளால் ஏற்பட்ட சேதங்கள் இன்னும் மக்கள் மனத்தைவிட்டு அகலவில்லை; அவற்றை நினைக்கும்பொழுதே குலை நடுங்குகின்றது ; உள்ளம் வேகின்றது. அறிவியல், உலக அழிவுக்குமட்டிலுந்தான் பயன்படுமா என்ற ஐயமும் ஏற்படுகின்றது. ஆனால், அறிவியல் ஆக்கத் துறைகளில் பயன் படுவதைக் கண்ணுறும்பொழுது இவ் ஐயம் சிறிது நீங்குகின்றது. வாழ்க்கையை வளமிக்கதாகச் செய்யவும் அறிவியல் பன்முறையில் பயன்படும் என்ற நம்பிக்கையும் ஏற்படாமல் இல்லை ; வாழ்க்கையின் பல்வேறு பிரச்சினைகளையும் அறிவியல் துணைக்கொண்டு தீர்த்துக் கொள்ளலாம் என்ற உறுதியும் உண்டாகின்றது. என்றாலும், அறிவியலின் அழிக்கும் ஆற்றலும் ஆக்கவலியும் அறிவியலைப்பற்றி மக்கள் மனத்தில் ஒருவிதக் குழப்பத்தை உண்டாக்கத்தான் செய் கின்றன. இத்தகைய குழப்பத்தை, தவறாகத் தோன்றும் கருத்தை, யாங்ஙனம் போக்குவது ? நல்லதொரு பாடத்திட்டம் வகுத்து சிறந்த முறையில் அறிவியற் பாடங்களைக் கற்பித்தால் இக் குழப்பம் ஓரளவு அகலும். கற்பிக்கப்பெறும் செய்திகளைவிட கற்பிக்கும் முறைதான் முக்கியம். கற்பிக்கும் முறைகளினால்தான் மாணாக்கர்களிடம் அறிவியலைப்பற்றி நல்ல மனப்பான்மையை உண்டாக்கி வளர்க்க முடியும்.

சிறுவர்கள் அறிவியல் கற்கும் முறை: சிறுவர்கள் கற்கும் முறைகளைக் கவனித்து அறிவது அறிவியல் கற்பிக்கும் ஆசிரியர்கட்குப் பயிற்றும் முறைகளில் சிறந்த வழிகளை அமைக்கும். சிறுவர்கள் ஏனையவற்றைக் கற்றுக்கொள்வது போலவே அறிவியலையும் பல்வேறு வழிகளில் கற்கின்றனர். பல கல்வி அறிஞர்கள் சிறுவர்களை நன்கு கவனித்து அவர்கள் கற்கும் முறைகளைப் பற்றிய குறிப்புக்கள் தந்துள்ளனர் : (i) சோதனை செய்தல், (ii) எளிய கவர்ச்சிகரமான அறிவியல் நூல்களைப் படித்தல், (iii) உற்றுநோக்கல், (iv) சிறு தொலைப் பயணங்களை மேற்கொள்ளல், (v) காட்சித் துணைப்பொருள்களைப் பயன்படுத்துதல் ஆகியவை சிறுவர்கள் கற்கும் முறைகளாகக் கருதலாம் என்பது அவர்கள் கண்ட அநுபவம்.[1]

1. யுனெஸ்கோ : அறிவியல் பயிற்றும் மூலமுதல் நூல். பக் (12-15)

சந்தர்ப்பங்களையொட்டிய பாடத்திட்டம் : அறிவியல் பாடத்திட்டம் சந்தர்ப்பங்களையொட்டி அமைந்து இந்நோக்கங்களை நிறைவேற்றுதல் வேண்டும். அவ்வாறின்றி அறிவியல் என்பது வெறும் பௌதிகம் அல்லது வேதியியல்தான் என்ற எண்ணத்தை வளர்க்கும் முறையில் பாடத்திட்டம் அமைதல் கூடாது. தொடக்கநிலைப் பள்ளிகளில் இயற்கைப் பாடத்தைப்பற்றிச் சிறிதளவு கற்பிக்கலாம். நடுநிலைப் பள்ளிகளிலும் உயர்நிலைப் பள்ளிகளிலும் மாணக்கர்கள் பொது அறிவியலைப் பயில வேண்டும். அறிவியல் துறைகள் எல்லாவற்றிலும் சில செய்திகளை எடுத்து சிறந்த முறையில் அமைந்ததொரு பாடத் திட்டம் இந்நிலைப்பள்ளி மாணக்கர்களுக்கு மிகவும் ஏற்றதாக இருக்கும். நமது நாட்டில் பெரும்பாலோர் உயர்நிலைப் பள்ளியுடன் படிப்பை நிறுத்திப் பிற துறைகளில் பிழைப்பை யொட்டிப் புக வேண்டிய நிலையிலிருப்பதால் இத்தகைய பாடத்திட்டம்தான் மிகவும் பொருத்தமானதாகும்.

எது அறிவியல் ? : சிறந்த அறிவியல் அறிஞர்களைத் தோற்று விப்பதுடன் அறிவியற் கல்வியின் நோக்கம் முடிந்துவிடக் கூடாது. அந்த நோக்கமும் வேண்டுவதுதான். சிறந்த அறிவியல் அறிஞர்களின் சேவையால்தான் எந்த நாடும் முன்னேற்றமடைதல் வேண்டும். ஆனால், சாதாரண மக்களும் அறிவியல் அறிஞர்கள் என்ன செய்கின்றனர் ? எதைச் செய்ய முயல்கின்றனர் ? அவற்றை எப்படிச் செய்கின்றனர் ? என்பன போன்ற செய்திகளை அறிந்துகொள்வதும் மிகமிக இன்றி யமையாதது என்றே சொல்லவேண்டும். அறிவியல் அறிஞர்களின் சாதனைகளைப் பொதுமக்கள் அறிந்துகொள்வதற்கு முன்னர் எது அறிவியல் என்பதை அவர்கள் அறிந்துகொள்ளல் வேண்டும். இதற்கு அறிவியலைப்பற்றி அறிந்துகொள்ளுதல், அறிவியலில் கையாளப் பெறும் முறைகளைத் தெரிந்துகொள்ளுதல் ஆகியவற்றைவிட, அறிவியல் மெய்ம்மைகள், அறிவியல் விதிகள் ஆகியவற்றைப்பற்றிய அறிவு மிக முக்கியமானதன்று என்றுகூடச் சொல்லலாம். அறிவியலைப் பற்றி அறிந்துகொள்ளுதல் மக்களின் அன்றாட வாழ்க்கையின் ஒரு பகுதியாகவே ஆகிவிடல் வேண்டும் ; அஃது அன்றாடம் மக்கள் மனத்தில் உதிக்கும் எண்ணமாகவும் ஆகிவிடல்வேண்டும்.

இத்தகைய அறிவு சிறந்த கல்வி முறையால்தான் ஏற்படும் ; ஆனால் அறிவியலைப்பற்றி அறிந்துகொள்வதுதான் கல்வியின் நோக்கமாகும் என்ற அளவில் கல்வி அமைந்துவிடுதலும் கூடாது ; அஃது அந் நோக்கத்தில் ஒரு பகுதியாக அமைவதுதான் சிறப்பு, பள்ளிகளில் அறிவியல் துறைகளைத் தனித்தனியாகப் படிக்கும் முறையை நீக்கி அறிவியலைப் பொது நோக்காகவும் தனி நோக்காகவும் பயிலும் முறையை மேற்கொள்ளுதல் வேண்டும்.

அறிவியல் படிப்பு பள்ளியில் சிறந்த முறையில் அமைந்தால் சிறுபாலார் அடிப்படையான பயிற்சியைப் பெற்று அறிவியல் பிரிவுகளில் சிறப்பான ஆராய்ச்சி நடத்தவும், பெரும்பாலோர் அறிவியலைப்பற்றித் தெளிவாக அறிந்து அது சமூக வாழ்விலும் பொருளாதாரத் துறையிலும் பயன்படும் முறையை உணரவும் கூடும் என்று கருதலாம்.

சில புதிய போக்குகள் : சற்றேறக்குறைய நூறு ஆண்டுகளாகப் பள்ளிகளில் அறிவியல் பயிற்றப்பெற்று வருகின்றது. அஃது இயற்கை மெய்ப்பொருளியலாகத் தொடங்கியது; கிட்டத்தட்ட ஐம்பது ஆண்டுகட்கு முன்னர்தான் அது சிறப்பாக மெய்ம்மையும் வருணனையும் நிறைந்த அறிவியல் சார்ந்த அறிவின் தொகுதியாக அமைந்தது. கடந்த ஒரு சில ஆண்டுகளாகப் பல நாடுகளின் அறிவியல் பாடத்திட்டங்கள் ஆராய்ச்சி நிலையில் இருந்து வருகின்றன. இந்த நூற்றுண்டில் அறிவியல் அறிவின் விரைவான முன்னேற்றம் பல புதிய கருத்துக்களையும் (Concepts), கருத்துக்களின் ஒரு புதிய ஒருமைப்பாட்டினையும் கொண்டுவந்துள்ளது. அறிவியலின் வகை முறையும் அதன் பொருளும் மாறிவிட்டன ; தனியாகச் செய்யப்பெற்ற ஆராய்ச்சியின் இடம் குழு ஆராய்ச்சியால் ஈடுசெய்யப்பெற்றுள்ளது. புதிய நுட்ப முறைகள் (Techniques) தோன்றியுள்ளன; பயன்படும் ஆய் கருவியும் மிக அதிகமாக விரிந்த நிலையில் அமைந்துள்ளது.

பள்ளியில் பயிற்றப்பெறும் அறிவியல் அன்றாட வாழ்வினின்றும் பிரிந்து 'பத்தாம் பசலி'யாகிவிட்டது. பல ஆசிரியர்கள் ஒரு தலைமுறைக்கு முன்னிருந்த அறிவியலைப் பயிற்றலும் போதாது என்று உணரத் தொடங்கிவிட்டனர். ஆனால், அந்த அறிவியல் பகுதி நவீன காலத்திற்கு மிகப் பொருத்தமாகவுள்ள பாடத்திட்டங்களில் சேர்க்கப் பெறுதல் வேண்டும். இந்தப் போக்கில் சிறப்பாகப் புதிது ஒன்றும் இல்லை. அண்மையிலோ அடுத்தோ சமூகத்தின் திறன்களும் அருஞ் செயல்களும் பள்ளிக்குரிய கல்வி ஏற்பாட்டில் பிரதிபலிக்கத்தான் செய்யும். அறிவியல், கணித இயல், அவற்றுடன் இணைந்துள்ள தொழில் நுண்ணியல் ஆகிய துறைகளில் நேரிட்டுள்ள பெரிய முன்னேற்றங்கள் கல்விபற்றிய கொள்கை, அதன் நடைமுறை இவற்றின் முன்னேற்றத்தையும் விஞ்சிவிட்டன.

இதன் காரணமாகவே, பல நாடுகள் தம்முடைய கல்வி ஏற்பாடுகளைத் திரும்பச் சிந்தித்து வருகின்றன. அறிவியல்களிலேயே பௌதிக இயல் மிக முன்னேற்றம் அடைந்திருப்பதாலும் அது மானிட வாழ்வில் பெரு விளைவுகளை ஏற்படுத்தியிருப்பதாலும், இந்தப் பாடமே முதலாவதாக ஆராய்ச்சியைப் பெற்றுள்ளது. இதனால் எய்தின முடிவுகள் ஏனைய அறிவியல் பாடங்கட்கும் சமமாகப் பொருந்து கின்றன. இந்தப் பாடத்தில் சில முற்றுப்பெற்ற பாடத் திட்டங்களும்

ஏற்பாடுகளும் தயாரிக்கப்பெற்று சிறு திட்டங்களாகச் (Pilot schemes) சோதிக்கப்பெற்றுள்ளன.

பயிற்றுதலின் அடிப்படை : மேற்கூறிய கருத்துக்களை அடிப்படையாகக்கொண்டு அறிவியல் ஆசிரியர்கள் பணியாற்றுதல் வேண்டும். அம்முறையில் பணியாற்றுவதற்கு இந்நூலில் கூறப்பட்டுள்ள ஒரு சில கருத்துகள் ஊன்றுகோல்களாக இருக்கும். பாடத்திட்டத்தில் அமையும் பொருள்களைவிட அவற்றைக் கற்பிக்கும் முறைகளுக்கே அதிக அழுத்தம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. பொருள்களை அறிந்து கொள்வதைவிட அவற்றைப் பயிலும் முறையே மிகவும் முக்கியம் என்று காட்டப்பெற்றுள்ளது. அறிவியல் ஆசிரியர்கள் நல்ல முறைகளை மேற்கொண்டு கற்பித்தால் மாணக்கர்கள் அறிவியல் முறைகளைச் சுவைக்க முடியும்; அறிவியலைப்பற்றித் தெளிவான கருத்தைப் பெறவும் இயலும்.

2. அறிவியல் பயிற்றுவதன் நோக்கங்கள்

இன்று நாம் வாழும் அறிவியல் யுகத்திற்கேற்றவாறு சூழ்நிலையை யொட்டிய கல்வியை அளிக்காவிடில் வாழ்க்கை இனிதாக அமையாது. பிற கலைகளைக் கற்பதால் உண்டாகும் பயன் சாவதானமாக ஏற்படுவது ; அறிவியற் கலைகளைக் கற்பதனால் கிட்டும் பயனை உடனே துய்க்க முடிகின்றது ; அதனால் ஏற்படும் நன்மைகள் அன்றாட வாழ்க்கையை யொட்டி அமைந்துவிடுகின்றன. எனவே, அறிவியல் பாடம் பள்ளிக் கல்வி ஏற்பாட்டில் ஒரு முக்கிய இடத்தைப் பெற்றிருக்கின்றது ; ஏனைய பாடங்களைவிட அது சிறந்த செல்வாக்கையும் அடைந்துள்ளது. இந்நிலையில் அறிவியல் பயிற்றும் ஆசிரியர்கள் அப் பாடத்தைப் பயிற்றுவதன் நோக்கங்களை ஒரு சிறிது அறிந்துகொள்ளல் வேண்டும். இனி, அந்நோக்கங்களை ஈண்டுக் காண்போம்.

1. **நம்மைச் சூழ்ந்துள்ள புறவுலகைப்பற்றிய தகவல்களை அறிந்து கொள்ளுதல் :** பள்ளிகளில் பயிலும் மாணுக்கர்கள் தாம் வாழும் புற உலகைப்பற்றித் தெளிவான தகவல்களை அறிந்துகொள்ள அறிவியல் வாய்ப்பினை நல்குகின்றது. மாணுக்கர்கள் தாம் வாழும் சூழ்நிலையைப் பற்றியும், இயற்கையன்னையின் எழில் நலத்தைப்பற்றியும் அறிந்து கொள்ளும்பொழுது பேருவகை அடைவர். இயற்கையை எவ்வாறு மனிதன் தன் வாழ்க்கைக்குப் பயன்படுத்திக்கொள்ளுகின்ருன் என்பதைத் தெரிந்துகொள்வதில் அவர்களுக்குப் பெரு விருப்பம் இருக்கும். முல்லை, குறிஞ்சி, மருதம், நெய்தல், பாலை ஆகிய ஐவகை நிலங்கள், அவற்றில் கிடைக்கும் விளைபொருள்கள், நாட்டிலுள்ள ஆறு, குளம், ஏரி போன்ற நீர் நிலைகள், அருவிகள் (Water-falls) ஆகியவைகளைப்பற்றியும், அவை எவ்வாறு மனித நலத்திற்குப் பயன் படுகின்றன என்பதைப்பற்றியும் அறிந்துகொள்வதில் அவர்கள் ஆர்வம் காட்டுவர். ஐவகை நிலங்களிலும் உள்ள தாவரவகைகள், பிராணி வகைகள் ஆகியவை எவ்வாறு மக்கள் வாழ்க்கைக்குப் பெரிதும் பயன் படுகின்றன என்பதிலும் அவர்களுக்கு ஆசை இருக்கும். வானத்தைப் பற்றியும் வானிலைகளைப்பற்றியுமுள்ள தகவல்கள் அவர்களுக்கு மகிழ்ச்சியை நல்குவதுடன் சிந்தைக்கும் சிந்தனைக்கும் பெருவிருந்து அளிக்கும். இவற்றைப்பற்றிய அறிவு ஒவ்வொருவருக்கும் மிகவும்

இன்றியமையாதது. எண்ணிப் பார்த்தால் அவை யாவும் மாணுக்கர்கள் வாழும் இயற்கைச் சூழ்நிலையைப்பற்றிய தகவல்களாகும்.

இயற்கையை மனிதன் எவ்வாறு தன் வாழ்க்கையில் பயன்படுத்துகின்ருன் என்பதைப்பற்றி மாணுக்கர்கள் அடுத்தபடியாக அறிந்துகொள்ள வேண்டியதாகும். இதற்கு முன்னதாக அவர்கள் மனித உடல், உடலுறுப்புகள், உடல்நலம் ஆகியவைபற்றிய அறிவினை எய்துதல் வேண்டும். உடல்நிலை இயற்கையைப் பயன்படுத்துவதாலும் பாதிக்கப்படும்; இயற்கையை மாற்றியமைப்பதற்கும் உடல்நிலை நன்ருக இருத்தல்வேண்டும். சுவரை வைத்துக்கொண்டுதானே சித்திரம் எழுத வேண்டும்? 'உடம்பார் அழியின் உயிரார் அழிவர்' என்ற ஆன்ருேர் வாக்கையும் எண்ணி உணர்க. அறிவியல் கல்வி ஏற்பாட்டை வில்வளைவுக் கட்டடத்திற்கு ஒப்பிடலாம். அவ்வாறு ஒப்பிட்டால், மனித உடலைப்பற்றிய பாடத்திட்டம் அவ் வளைவின் நெற்றிக் கல்லாக அமையும். அக் கட்டடத்தின் ஒரு புறத்தில் இயற்கை உலகமும், மற்ருெரு புறத்தில் இயற்கையைப் பயன்படுத்தும் முறைகளும் அமையும்.

மனிதன் இயற்கையைத் தன் வாழ்க்கைக்குப் பயன்படுத்தும் துறை மிக விரிந்த நிலையிலுள்ளது. 'காடுகொன்று நாடாக்கிக் குளந்தொட்டு வளம் பெருக்கிய'[1] செயல்களாலும் வேளாண்மை, கட்டடத்தொழில், சாலை அமைக்குந்தொழில் முதலியவற்ருலும் மனிதன் இயற்கை அன்னையைப் புதுக்கோலம் பூணச் செய்து மகிழும் தகவல்களையும், மனிதன் கண்டறிந்த வேதியியற் பொருள்கள், உலோக வகைகள், குடிப்பதற்குத் தூயநீர், எரிப்பதற்கு வாயு, இயக்குவதற்கு மின்சாரம் ஆகியவற்றை உண்டாக்கிய தகவல்களையும், இன்னோரன்ன பிற செய்திகளையும் மாணுக்கர் அறிந்துகொள்ள வேண்டியது மிகவும் அவசியம்.

2. உற்றுநோக்கும் திறனையும் சிந்திக்கும் ஆற்றலையும் வளர்த்தல்: அறிவியல் பயில்வதால் மாணுக்கர்களிடையே உற்று நோக்கும் திறனும், சிந்திக்கும் ஆற்றலும் வளர்கின்றன என்று கூறப்படுகின்றது. புலன்களை மட்டிலும் கொண்ட உற்றுநோக்கல் அறிவியலுக்குப் போதுமானதன்று; காணல், கேட்டல், தொட்டுணர்தல், சுவைத்தல், முகர்தல், ஆகிய ஐந்து புலன்களையும், உளவியலார் கூறும் பிற புலன்களையும், பயன்படுத்தி நிகழ்த்தப்பெறும் உற்றுநோக்கலால் எல்லாவற்றையும் கண்டுவிட முடியாது. ஒலிபெருக்கி, நுண்ணணுப் பெருக்கி, தொலைநோக்கி முதலிய கருவிகளைக் கையாண்டும் புலன் அறிவை மிகுதிப்படுத்திக்கொள்ள நேரிடக் கூடும். அன்றியும், திரவமட்டமானி திறமாலைமானி, கோளமானி போன்ற மிகச் சிக்கலான கருவிகளைக் கொண்டும் உற்றுநோக்கல் நடைபெற வேண்டிய சந்தர்ப்பங்களும் உள்ளன. புலன்களால் கண்டறிய முடியாதவற்றைச் சோதனைகளால்

1. பட்டினப் பாலை - வரி 283-84.

கண்டறியவும் நேரிடும். இத்தகைய சந்தர்ப்பங்கள் வேதியியல் துறையிலும், மின்சாரத் துறையிலும் ஏற்படும். இவ்வாறு பலவிதமாகத் திரட்டப்படும் தகவல்களையும் எடுகோள்களையும் கொண்டு விதிவரு முறை, விதிவிளக்கு முறை, உவமான முறை ஆகியவைகளைக் கையாண்டு அனுமானித்தல் நடைபெறும். அனுமானித்தல் காரண காரியத் தொடர்புடன் நடைபெறுதல் வேண்டும். தகவல்களும் எடுகோள்களும் சரியாக இருப்பதுடன் அனுமானித்தலையும் கருத்துடன் செய்தால்தான் சரியான முடிவுகளைக் காண இயலும். இம் முடிவுகள் புதியனவற்றைக் கண்டறியவல்ல உடன்பாட்டு முடிவுகளாகவும் இருத்தல் கூடும்; பழைய கொள்கைகளைத் தவறு என்று எடுத்துக் காட்டவல்ல எதிர்மறை முடிவுகளாக இருக்கவும் கூடும். உறுதிப்பாட்டுடன் சேகரிக்கப்பெற்ற தகவல்களிலிருந்துதான் சரியான தீர்ப்பு ஏற்பட வாய்ப்பு உண்டு. இத்தகைய வாய்ப்புகளில் உண்மை நெறியில் பயிற்சி உண்டாகும். அறிவியலில் கையாளப்பெறும் ஒவ்வொரு சொல்லுக்கும் நேரான பொருள் உண்டு. அறிவியலில் காணும் வாய்பாடுகள் சரியானவையாக இருக்கவேண்டுமாயின், அவற்றை ஆக்கும் அறிஞர்கள் பாரபட்சமின்றி நடந்துகொள்ளல் வேண்டும்; சொந்த விருப்பு வெறுப்புக்களை விட்டொழித்தல் வேண்டும். அறிவியல் பயில்வதால் ஏற்படும் இத்தகைய பயிற்சியும் பழக்கமும் மாணக்கரின் பிற்கால வாழ்விலும் நடத்தையிலும் செயலிலும் பிரதிபலிக்கக் கூடும் என்று எண்ணுவதில் தவறு ஒன்றும் இல்லை.

3. அறிவியல் முறையில் பயிற்சியையும் அறிவினையும் நல்குதல் : பேராசிரியர் **ஆர்ம்ஸ்ட்ராங்** போன்ற அறிஞர்கள் அறிவியலைப் பயில்வதால் மாணக்கர்கள் 'அறிவியல் முறை'யில் பயிற்சியினையும் அறிவினையும் அடைகின்றனர் என்று கருதுகின்றனர். பள்ளிகளில் பெறும் இப் பயிற்சி பிற்காலத்தில் சமூகப் பிரச்சினைகளைத் தீர்க்க மிகவும் பயன்படும் என்பது அவர்கள் கருத்தாகும். 'அறிதோறும் அறியாமை கண்டற்றால்'[1] என்ற மனப்பான்மையை நல்குவதற்கு அறிவியல் பாடத்தைப் போல பிற பாடங்கள் துணை செய்ய இயலா. **ஐசக் நியூட்டன்** என்ற அறிவியல் மேதையின் வரலாறு இதற்கு ஒரு சான்றாகும். அந்த மேதை புகழுடன் திகழ்ந்த காலத்தில், அவர் கண்டுபிடிப்புகளுக்கு உலகம் தலைதாழ்த்தி நின்றபொழுது, தன்னைக் கடற்கரையில் விளையாடும் சிறுவனாக எண்ணி தனது ஒவ்வொரு கண்டு பிடிப்பும் தான் கண்டெடுக்கும் ஒவ்வொரு கூழாங் கல்லைப் போன்றது என்று கூறியதாக அவர் வரலாறு உரைக்கின்றது. **மைக்கேல் ஃபாரடே, ஐன்ஸ்டைன்** போன்ற மேதையரின்

1. குறள் - 1110.

கண்டறியவும் நேரிடும். இத்தகைய சந்தர்ப்பங்கள் வேதியியல் துறையிலும், மின்சாரத் துறையிலும் ஏற்படும். இவ்வாறு பலவித மாகத் திரட்டப்படும் தகவல்களையும் எடுகோள்களையும் கொண்டு விதிவரு முறை, விதிவிளக்கு முறை, உவமான முறை ஆகியவைகளைக் கையாண்டு அனுமானித்தல் நடைபெறும். அனுமானித்தல் காரண காரியத் தொடர்புடன் நடைபெறுதல் வேண்டும். தகவல்களும் எடு கோள்களும் சரியாக இருப்பதுடன் அனுமானித்தலையும் கருத்துடன் செய்தால்தான் சரியான முடிவுகளைக் காண இயலும். இம் முடிவுகள் புதியனவற்றைக் கண்டறியவல்ல உடன்பாட்டு முடிவுகளாகவும் இருத்தல் கூடும் ; பழைய கொள்கைகளைத் தவறு என்று எடுத்துக் காட்டவல்ல எதிர்மறை முடிவுகளாக இருக்கவும் கூடும். உறுதிப் பாட்டுடன் சேகரிக்கப்பெற்ற தகவல்களிலிருந்துதான் சரியான தீர்ப்பு ஏற்பட வாய்ப்பு உண்டு. இத்தகைய வாய்ப்புகளால் உண்மை நெறியில் பயிற்சி உண்டாகும். அறிவியலில் கையாளப்பெறும் ஒவ்வொரு சொல்லுக்கும் நேரான பொருள் உண்டு. அறிவியலில் காணும் வாய்பாடுகள் சரியானவையாக இருக்கவேண்டுமாயின், அவற்றை ஆக்கும் அறிஞர்கள் பாரபட்சமின்றி நடந்துகொள்ளல் வேண்டும் ; சொந்த விருப்பு வெறுப்புக்களை விட்டொழித்தல் வேண்டும். அறிவியல் பயில்வதால் ஏற்படும் இத்தகைய பயிற்சியும் பழக்கமும் மாணக்கரின் பிற்கால வாழ்விலும் நடத்தையிலும் செயலிலும் பிரதிபலிக்கக் கூடும் என்று எண்ணுவதில் தவறு ஒன்றும் இல்லை.

3, அறிவியல் முறையில் பயிற்சியையும் அறிவினையும் நல்குதல் : பேராசிரியர் **ஆர்ம்ஸ்ட்ராங்** போன்ற அறிஞர்கள் அறிவியலைப் பயில் வதால் மாணக்கர்கள் 'அறிவியல் முறை'யில் பயிற்சியினையும் அறிவினையும் அடைகின்றனர் என்று கருதுகின்றனர். பள்ளிகளில் பெறும் இப் பயிற்சி பிற்காலத்தில் சமூகப் பிரச்சினைகளைத் தீர்க்க மிகவும் பயன்படும் என்பது அவர்கள் கருத்தாகும். 'அறிதோறும் அறியாமை கண்டற்றால்' [1] என்ற மனப்பான்மையை நல்குவதற்கு அறிவியல் பாடத்தைப் போல பிற பாடங்கள் துணை செய்ய இயலா. **ஐசக் நியூட்டன்** என்ற அறிவியல் மேதையின் வரலாறு இதற்கு ஒரு சான்றாகும். அந்த மேதை புகழுடன் திகழ்ந்த காலத்தில், அவர் கண்டுபிடிப்புகளுக்கு உலகம் தலைதாழ்த்தி நின்றபொழுது, தன்னைக் கடற்கரையில் விளையாடும் சிறுவனாக எண்ணி தனது ஒவ்வொரு கண்டு பிடிப்பும் தான் கண்டெடுக்கும் ஒவ்வொரு கூழாங் கல்லைப் போன்றது என்று கூறியதாக அவர் வரலாறு உரைக்கின்றது. **மைக்கேல் ஃபாரடே, ஐன்ஸ்டைன்** போன்ற மேதையரின்

1. குறள் - 1110.

துணையின்றி நாம் வாழும் உலகைச் சரியாகப் புரிந்துகொள்ள இயலாது. மனிதக் குடிவழியின் நலத்திற்காக அறிவியல் பெருந்துணை புரிந்து வருகின்றது. நாம் துய்க்கும் ஒவ்வொரு பொருளிலும் அறிவியல் தாண்டவமாடுவதைக் காண்கின்றோம். ஆண்டவன் இருப்பிடத்தைக் குறித்து இரணியனுக்கும் பிரகலாதனுக்கும் வாக்கு வாதம் நிகழ்ந்தபொழுது மைந்தன் தந்தைக்கு அவன் இருப்பிடத்தைக் குறித்து,

" சாணிலும் உளன்ஓர் தன்மை
அணுவினைச் சதகூறு இட்ட
கோணினும் உளன்மா மேருக்
குன்றினும் உளன்;இந் நின்ற
தூணினும் உளன்;நீ சொன்ன
சொல்லினும் உளன்;இத் தன்மை
காணுதி "[1]

என்று சொன்னதாக இலக்கியங்களில் படிக்கின்றோம். அதுபோலவே, அறிவு வடிவமான ஆண்டவன் அறிவியல் வடிவமாக அனைத்திலும் இருப்பதை ஊன்றி நோக்குவார்க்கு உடனே புலனாகும். அன்றாட வாழ்க்கையில் எண்ணற்ற துறைகளில் அறிவியல் துணைசெய்கின்றது. தொலைபேசியின் துணையால் வாணிக உலகம் வியத்தகு முறையில் இயங்குகின்றது. சேய்மையிலிருக்கும் மக்களும் ஒருவரோடொருவர் எளிதாக உரையாடுவதற்கு அது துணைபுரிகின்றது. தந்தியும், கம்பி யில்லாத் தந்தியும் செய்திகளை விரைவாகக் கொண்டு செல்கின்றன. மேனாடுகளில் எண்ணற்ற இல்லங்களில் கம்பியில்லாத் தந்தி வசதிகள் அமைக்கப்பெற்றுள்ளன. மின்சாரத்தின் விந்தையால் நம் வீடுகள், தெருக்கள், கடைகள், அங்காடி வீதிகள் ஆகியவற்றில் இரவைப் பகலென்று கூறும் வண்ணம் மின் விளக்குகள் ஒளிசெய்து நிற்கின்றன. மின்சாரத்தால் டிராம் வண்டிகளும் இரயில் வண்டிகளும், இயங்குகின்றன. இன்று பெருந் தொழிற்சாலைகளும், ஆலைகளும் மின்சாரத்தால்தான் இயக்கப்படுகின்றன. மின்சாரம் இன்றேல் நவீன வாழ்வே நடைபெற முடியாது என்றுகூடக் கூறிவிடலாம். உள்ளெரி பொறியைக் கண்டறிந்த பிறகு நவீன போக்குவரவு சாதனங்கள் மலிவாகவும் விரைவாகவும் அமைந்துள்ளன. இன்று தரை வழி யாகவும், கடல் வழியாகவும், ஆகாய மூலமாகவும் மக்கள் பயணம் செய்து வருவதால் சேய்மையிலுள்ள இடங்களும் அண்மை யில் உள்ளனபோல் காட்சியளிக்கின்றன. 'கிராமஃபோன்' என்ற கருவியின் துணையால் நம்மிடமிருந்து மறைந்து விண்ணுடு புக்க பாடகர் களின் குரல்களையும் கேட்கமுடிகின்றது. குறைந்த செலவில் பேசும்

1. கம்பரா. யுத்த. இரணியன்வதை - 124.

படக்காட்சிகள் மக்களுக்கு மகிழ்வூட்டி வருகின்றன. பல நவீன கண்டு பிடிப்புகளால் மருத்துவத் துறையிலும் அறுவை சிகிச்சைத் துறையிலும் வியத்தகு மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுள்ளன. பல்வேறு நோய் களின் கொடுமையால் தவித்து வந்த மக்களின் துன்பமும் துயரமும் குறைந்துகொண்டு வருகின்றன. சுருங்கக் கூறின், ஒரு காலத்தில் மாநிலத்தை ஆண்ட மன்னர்களும் அடைய முடியாத சிகிச்சை முறை களை இன்று ஏழை மக்களும் பெறுவதற்கேற்ற வசதிகள் ஏற்பட் டுள்ளன.

இங்ஙனம் பல்வேறு துறைகளில் மக்களினத்திற்கு நலன்களை யளித்த அறிவியல் அழிவுத் துறையிலும் பங்கு கொண்டுள்ளது. அமிழ்தத்தை நாடிப் பாற்கடலைக் கடைந்தபொழுது நஞ்சும் தோன்றத்தான் செய்தது. அந்த நஞ்சு உலகை அழிக்காதிருக்கும் பொருட்டு ஆண்டவன் அதனைப் பருகி 'கறைமிடற்று அண்ணல்' ஆன வரலாற்றை இலக்கியம் உணர்த்துகின்றது. அதுபோலவே, மனித நலத்தின்பொருட்டு சாயவகைகளையும், மருந்து வகைகளையும் தொத்து நீக்கிகளையும் நல்கிய 'நிலக்கரித்தார் - ஆராய்ச்சி' மனித இனத்தை நாசம் செய்யவல்ல வெடி மருந்துவகைகளையும், அரிக்கும் தன்மையுள்ள நச்சு வாயுவகைகளையும் அளித்துள்ளது. இரண்டாம் உலகப் பெரும்போரில் அணுகுண்டுகளால் ஏற்பட்ட நாசச் செயல் கள் இன்னும் நம் மனத்தை விட்டு அகலவில்லை. விரைவான போக்கு வரவை அளித்து வரும் விமானங்களைத்தான் அணுகுண்டுகளை வீழ்த்தும் நாசச் செயல்களுக்கும் பயன்படுத்தினர். இவற்றை யெல்லாம் ஒருசேர வைத்து எண்ணிப்பார்த்தால் வாழ்க்கைத் துறையில் எந்த அளவு அறிவியல் துணை புரிந்துள்ளது என்பது தெளிவாகும். எனவே, எதிர்கால உலக நலன் காந்தியுள்ளம் படைத்த அரசியல் அறிஞர்களின் கையில்தான் உள்ளது என்று துணிந்து கூறலாம். அழிவுவேலையில் துணைசெய்த அணுவின் ஆற்றலை ஆக்க வேலையில்தான் கொண்டுசெலுத்த வேண்டும் என்ற அக்கறையுடன் தொண்டாற்றும் அரசியல் வாதிகளும் அறிவியல் அறிஞர்களும்தான் வருங்கால உலகைக் காத்தல்வேண்டும். எனவே, மக்களினம் அறிவியல் துறையில் மிக மிக அக்கறை கொள்ள வேண்டும் என்பது நன்கு பெறப்படுகின்றது.

5. பண்பாட்டை வளர்த்தல் : அறிவியல் பண்பாட்டையும் வளர்க்கத் துணைபுரிகின்றது என்றும் கூறப்படுகின்றது. அறிவியல் துறைக்கென்றே இலக்கியங்களும் உள. மனிதத் தன்மையைக் கூறும் பிற துறைகளிலுள்ள இலக்கியங்களைப் போலவே இத்துறை இலக்கியங்களும் மனத்திற்கு முறையீடு செய்யும் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன. அவற்றைப் பயிலுங்கால் மனம் பெருமிதம் கொள்ளு கின்றது : பெருமகிழ்ச்சியையும் அடைகின்றது. அறிவியல்

துறைகளின் வரலாறுகளும், அறிவியல் வல்லுநர்களின் வாழ்க்கை வரலாறுகளும், அவர்கள் வாழ்வில் நேரிட்ட நிகழ்ச்சிகளை புணர்த்தும் நூல்களும் இத் துறை இலக்கியங்களாகும். எடுத்துக்காட்டாக கலிலியோ, ஐசக் நியூட்டன், வாட், ஃபாரடே, டார்வின், பாஸ்டர், கெல்வின், தாமஸ் ஆல்வா எடிசன், மார்க்கோனி, கியூரி அம்மையார், ஐன்ஸ்டைன் போன்ற அறிவியல் மேதைகளின் சேவையைப்பற்றிய இலக்கியங்களைப் பயிலும்பொழுது நாம் பெறும் இன்பத்தையும் பயனையும் அளவிட்டுக் கூறமுடியாது. கடந்த கால அறிவியல் பாடத்திட்டத்தில் இத்தகைய செய்திகளை அறியும் வாய்ப்புகளை நல்காவிடினும் இன்றைய பாடத் திட்டத்தில் அவை சிறப்பாக இடம் பெற்றுள்ளன. இத்தகைய செய்திகளைப் படிக்கும்பொழுது கற்பனையாற்றல், உற்றுநோக்குந் திறன், தீர்மானம் செய்யும் ஆற்றல், செய்திகளை ஒழுங்குபடுத்தும் திறன் போன்ற பண்புகள் வளர இடம் உண்டு.

அறிவியலால் முருகுணர் திறனும் வளர்கின்றது என்று கூறப்படுகின்றது. அறிவு விசாலிப்பதால் மனிதனுக்கு மகிழ்ச்சி ஏற்படுகின்றது ; இது ஒரு நிலை. ஒன்றற்கொன்று வேறுபாடுள்ள மெய்ம்மைகளை ஒன்று சேர்த்துப் புதிய கருதுகோள்களை ஆக்குவதிலும் புதியதோர் அறிவுப்பகுதிகளை உண்டாக்குவதிலும் அவனுக்கு ஏற்படும் மகிழ்ச்சி மற்றொரு நிலை. தான் கண்டறிந்த புதிய துறை ஒன்றற்காகத் தான் சமைக்கும் துணைக்கருவி தனக்கு ஓர் எக்களிப்பை ஊட்டுகின்றது. நுண்ணணுப் பெருக்கியையும் தொலை நோக்கியையும் கொண்டு அழகும் வியப்பும் தவழும் புதிய உலகுகளைக் காண்கின்றான் அறிவியல் அறிஞன். ஒரு துளி அளவு உயிர்ப்பொருள் அழகு தரும் உயிர்ப்பிராணியாகக் காட்சியளிக்கின்றது ; ஒரு சிறு பனிச் செதிள் (Snow-flake) வயிரமணியைவிடச் சிறப்பானதாகக் காணப் படுகின்றது ; மிகச் சேய்மையிலுள்ள விண்மீன் ஒரு பேரண்டமாகத் தென்படுகின்றது. இந்த நிலையில் அறிவியல் பிற கலைகளைப் போலவே முருகுணர்திறனையும் எய்துவிக்கின்றது.

6. வாழ்க்கைத் துறைகளை அமைத்துக்கொள்ள அடி நிலமாக உதவுதல் : பள்ளிகளிலும் கல்லூரிகளிலும் பயிலும் மாணாக்கர்கள் நேர்முகமாகவோ நேரல்முகமாகவோ தம் தொழில்துறைப் படிப்பை மேற்கொள்வதற்கு அறிவியல் துணைபுரிகின்றது. பொறியியல் துறை, மருத்துவத் துறை, தொழில் நுணுக்கத் துறை போன்றவற்றைத் தம் வாழ்க்கையில் மேற்கொள்ளும் தொழில் துறையாகத் தேர்ந்தெடுத்துக்கொள்ளவும், அத்துறைகளை மேற்கொண்டு தொழிற்பயிற்சி பெறவும் அறிவியல் படிப்பு நேர்முக முறையில் பெருந்துணை புரிகின்றது. அறிவியல் பாடத்தைப் பயிலாதவர்கள் இத்துறைப் படிப்பை மேற்கொள்ள இயலாது. அவர்கள் சட்டப்படிப்பு போன்ற அறிவியல் அடிப்படையில் அமையாத பிற துறைகளைத்தான் தேர்ந்தெடுத்துக்கொள்ளல் வேண்டும்.

7. ஓய்வு நேரத்தைப் பயனுள்ள முறைகளில் கழிக்க வழி காட்டுதல் : பள்ளிகளிலும் கல்லூரிகளிலும் மாணாக்கர்கள் கல்வி பெறும்பொழுதும், கல்வி முற்றுப்பெற்று வாழ்க்கையில் அவர்கள் ஈடுபடும்பொழுதும் ஓய்வு நேரத்தைப் பயனுள்ள வழிகளில் கழிக்கும் பழக்கத்தை உண்டாக்குவது கல்வியின் நோக்கமாக இருத்தல் வேண்டும் என்பதைக் கல்வித்துறை அறிஞர்கள் அடிக்கடி உணர்த்துகின்றனர். இதற்கு அறிவியல், ஆசிரியர்களுக்குப் பெருந்துணையாக உள்ளது. வேலை நேரத்தைத் தவிர ஓய்வு நேரத்தில் மக்களால் மேற்கொள்ளப்பெறும் துறைகள் யாவும் கிட்டத்தட்ட அறிவியல் அறிவின் அடிப்படையில் தான் அமைந்துள்ளன. ஒளிப் படக்கலை, தேனீ வளர்த்தல், காகிதம் செய்தல், சோப்பு செய்தல், தோட்டம் போடுதல், பாய்முடைதல் போன்ற ஈடுபாட்டுக் கலைகளை ஓய்வு நேரத்தில் மேற்கொள்ளப் பெறும் துறைகளாகக் கருதலாம். அறிவியல் அறிவு இருந்தால்தான் இவை யாவும் சிறந்த முறையில் அமைய முடியும்.

3. பாடத்திட்டம் : பொருள் அறுதியீடு

மூன்றுநிலை மாணுக்கர்கள் : தனிப்பட்டோரின் மனவளர்ச்சி சில கூறுகளில் மனிதக்குடிவழியின் மன அநுபவத்தை யொட்டியுள்ளது என்று உளவியலார் கூறுகின்றனர். மாணுக்கர்களின் கல்வி இந்த உண்மையின் அடிப்படையில் அமைந்தால் அது சிறந்த முறையில் பொலிவுறும் என்றும் அன்ஞர் கருதுகின்றனர். கல்வி என்பது மன அநுபவத்தைப் பெறுதலே என்று அவர்கள் கூறுகின்றனர். குழந்தைகளின் வயதிற்கேற்றவாறு அவர்களின் அறிவுநிலை, உணர்வுநிலை, இயல்பூக்கங்கள், பொருளுணருந்திறன் முதலியவை மாறுபடும் என்பது உளவியலார் கண்ட உண்மை. எனவே, இவ்வுண்மையை மனத்திற்கொண்டு அறிவியல் பாடத்திட்டம் அமைதல்வேண்டும்.

நமது நாட்டுப் பள்ளிகளிலுள்ள மாணுக்கர்களை மூன்று வகையினராகப் பிரிக்கலாம். முதல் வகையிலுள்ளவர்கள் 6-10 வரை வயதுடையவர்களாக இருப்பர் ; அவர்கள் தொடக்கநிலைப் பள்ளிகளில் பயில்வர். இரண்டாவது வகையிலுள்ளவர்கள் 10-14 வரை வயதுடையவர்கள்; அவர்கள் நடுநிலைப் பள்ளிகளில் கல்வி பெறுவர். மூன்ருவது வகையிலுள்ளவர்கள் 14-16 வரை வயதுடையவர்கள் ; அவர்கள் உயர்நிலைப் பள்ளிகளில் பயில்பவர்கள். இம் மூன்று நிலையிலும் கல்வி பெறுவோர் அறிவியல் கற்க வேண்டும். அவர்கள் அறிவுநிலைக் கேற்றவாறு பாடத்திட்டம் அமைதல் வேண்டும்.

தொடக்கநிலை : தொடக்கநிலை மாணுக்கர்களிடம் சிறப்பாகக் காணப்பெறுவது விடுப்பூக்கமாகும். பிராணிகளின் இயக்கங்கள், அவற்றின் குரல்கள், கண்ணைக் கவரும் வண்ணங்கள், பல்வேறுவகைப் பூக்கள், அவற்றின் மணங்கள் ஆகியவை அவர்கள் மனத்தைக் கவரக் கூடியவை. இயற்கைச் சூழல்களும் செயல்களும் மட்டுமே அவர்கள் மனத்தைக் கவரும் என்பதில்லை ; அசைவதாலோ இயல்புக்கு மாருன பிற பண்பாலோ உயிரற்ற பொருள்களும் அவர்கள் மனத்தைக் கவரும். எடுத்துக்காட்டுகளாக சுருள் விசையால் இயங்கும் விளையாட்டுக் கருவிகள், சோப்புக் குமிழிகள், விளையாட்டுப் பலூன்கள் முதலியவற்றைக் கூறலாம்.

குழந்தைகள் கண்ணுல் காண்பதாலும், காதால் கேட்பதாலும் தொட்டு உணர்வதாலும்தான் அவர்களின் மன விம்பங்கள், மானதக்

காட்சிகள், கற்பனைத் திறன்கள் முதலியவை வளர்ச்சியுறுகின்றன. "கண்டு, கேட்டு, உண்டு, உயிர்த்து, உற்றறியும்"[1] ஐம்புலன்களின் மூலமாகவே அவர்கள் வெளியுலக அறிவினைப் பெறுகின்றனர் என்று கூறலாம். நேரடியான அநுபவம் இல்லாதவரை வெறும் சொற்களால் உணர்த்தப்பெறும் தகவல்கள், செய்திகள், மெய்ம்மைகள் அவர்கள் மனத்தைக் கவரா. எனவே, இந் நிலை மாணுக்கர்களுக்கு அவர்களின் அறிவு வளர்ச்சிக் கேற்றவாறு வெளியுலக அநுபவத்தைப் பெறச் செய்வதில் ஆசிரியர் முனைதல் வேண்டும். உற்றுநோக்கச் செய்தல், சோதனைகள் செய்வதற்கு வழி ஏற்படுத்துதல், தாமாகக் கண்டறிய வாய்ப்புகளை நல்குதல், இயல்பாக தம் அநுபவத்தைப்பற்றிப் பிறருடன் கலந்து பேச வாய்ப்புகளை அளித்தல் முதலியவற்றால் இந்த அநுபவத்தை அவர்கள் பெறச் செய்யலாம். அவை சரியான முறையில் அளிக்கப் பெறுகின்றன என்பதைக் குழந்தைகள் மேலும் மேலும் கற்பதில் காட்டும் ஆர்வத்தால் அறிந்துகொள்ளலாம். குழந்தைகள் வாழும் சூழ்நிலையிலேயே அவை கிடைக்குமானல் மிகவும் சிறந்தது. வகுப்பறையில் ஒரு குறிப்பிட்ட காலவரையறைக்குள் பழைய முறையில் கற்பிக்கப்பெறும் பாடங்களால் அவ்வநுபவத்தைப் பெறுதல் இயலாது.

இடைநிலை : தொடக்க நிலையில் பெற்ற அநுபவம், ஆற்றிய செயல்கள் ஆகியவற்றிலிருந்து இடைநிலை மாணுக்கர்கள் இயற்கைப் பாடத்தைத் தொடங்குதல் வேண்டும். ஆனல் இந் நிலை மாணுக்கர்களின் பட்டறிவு விரிந்த நிலையிலிருப்பதாலும், அவர்களின் கவர்ச்சிகளில் மாற்றம் காணப்படுமாதலாலும், இயற்கைப் பாடத்தில் செலுத்தும் கவனம் மிகவும் திட்டமான முறையில் அமையும் ; எனவே, இந் நிலை மாணுக்கர்களிடம் வியப்புணர்ச்சி, வினவுணர்ச்சி ஆகியவற்றைத் தட்டி எழுப்பி அவை மேலும் மேலும் செயற்பட வாய்ப்புகளை நல்குதல் வேண்டும். விடுப்பூக்கம் வளர்வதற்கேற்ற சூழ்நிலையை உண்டாக்குதல் வேண்டும். கட்டுக்கம் செயற்படவும் வாய்ப்புக்களைத் தருதல்வேண்டும்.

இந்நிலை மாணுக்கர்களுக்குக்கூட உற்றுநோக்கலுக்கும் தாவரங்கள், பிராணிகள் ஆகியவற்றைப் பராமரிப்பதற்கும் வாய்ப்புகளை நல்கி அவற்றின் வளர்ச்சியைப்பற்றிய நேர்முகமான அறிவு உண்டாகச் செய்தல்வேண்டும். அன்றியும் பூமி, காற்று, ஆகாயம் ஆகியவற்றிலுள்ள உயிரில்லாப் பொருள்கள், நாடோறும் வாழ்க்கையில் குறுக்கிடும் சில பொறியமைப்புகள் ஆகியவற்றிலும் கவர்ச்சி பிறக்கச் செய்யவேண்டும். சற்று வளர்ந்த மாணுக்கர்களுக்கு மனிதன் இயற்கையின் விதிகளைக் கண்டறிந்த முறைகள், அவற்றைக் கண்டறிந்ததனல் மனிதன் அடைந்துள்ள பேராற்றல், அவை அன்ருட வாழ்வில் பயன்படும் விதம் ஆகியவற்றை உணரச் செய்தல் வேண்டும். அறிவியல்

1. குறள் - 1101

தகவல்களை அறியும்பொழுது அறிவியல் அறிஞர்கள் எந்நிலையிலிருந்து கண்டறிந்தனரோ அந் நிலையிலிருந்து அவற்றைக் காணுமாறு வாய்ப்புகளை அமைத்துத் தருதல் வேண்டும். அன்றியும், அவர்கள் எவ்வளவு காலத்தில் படிப்படியாக அவ்வறிவை அடைந்தனர், கருதுகோளின் நிலை, முடிவுகாண்பதில் மேற்கொள்ளவேண்டிய எச்சரிக்கை, சோதனைகளால் மெய்ம்மைகளைச் சரிபார்க்க வேண்டியதன் இன்றியமையாமை, கிடைக்கும் சான்றுகளைச் சீர்தூக்கிப் பார்க்கும் முறை ஆகியவற்றை யெல்லாம் மாணாக்கர்கள் உணரச் செய்தல் வேண்டும்.

இன்னும், இந்நிலை மாணாக்கர்கள் அறிவியலால் வீட்டிலும் வெளியிலும் அன்றாட வாழ்க்கை எவ்வாறு மாறி வருகின்றது என்பதையும், தாவரம், பிராணிகள் ஆகிய உயிருள்ளனவற்றில் எவ்வெவ்வித மாற்றங்கள் உண்டாகின்றன என்பதையும் அறியச்செய்தல் வேண்டும். அன்றியும், மனித உடல் எவ்வாறு இயங்குகின்றது? அது சிறந்த முறையில் இயங்குவதற்கு நாம் என்னென்ன செய்ய வேண்டும்? என்பனவற்றையெல்லாம் அவர்கள் உணர்தல் வேண்டும். பள்ளியிலும் வெளியிலும் அவர்கள் ஓய்வு நேரங்களைப் பயனுள்ள துறைகளில் கழிப்பதற்கேற்ற அறிவியல் ஈடுபாட்டுக்கலைகளிலும் சுவையை வளர்த்துவிடல் வேண்டும்.

உயர்நிலை : நடுநிலைப் பள்ளியில் மாணாக்கர்கள் பெற்ற அறிவை இன்னும் சற்று உரனுடையதாக்கிக் கொள்வதே உயர்நிலைப் பள்ளிகளின் நோக்கமாகும். நடுநிலையில் படங்கள், விளக்கப் படங்கள், கோட்டுப் படங்கள், பிற துணைக்கருவிகள் ஆகியவற்றின் துணைகொண்டு கற்றதைப் போலவே இங்கும் கற்க வேண்டும். அஃதுடன் சில சோதனைகளைத் தாமாகவே செய்து விளக்கம் பெற வேண்டும். அதற்கேற்ற வாய்ப்புகளை ஆசிரியர்கள் இங்கு அளித்தல்வேண்டும். உளி, இரம்பம், சுத்தி போன்ற தொழிற் கருவிகளைக் கையாளும் வாய்ப்புகளை நல்கிக் கட்டுக்கத்தை வளர்த்தல் வேண்டும். ஆய்வகங்களில் சோதனைகளைக் கருத்தூன்றிச் செய்து முடிவு காணும் விடுப்பூக்கத்தைத் தூண்டல் வேண்டும்.

ஆசிரியர்க்குதவும் குறிப்புகள் : இம் மூன்று நிலை மாணாக்கர்களுக்கும் அறிவியல் துறையில் எத்தகைய செய்திகளைக் கற்பிக்க வேண்டும் என்பதை அறிவியல் ஆசிரியர்கள் சிந்தித்தல் வேண்டும்; அவற்றை எந்த அளவு கற்பிக்க வேண்டும் என்பதையும் வரையறை செய்தல் வேண்டும். அடியிற்காணும் குறிப்புகள் இத்துறையில் அறிவியல் ஆசிரியருக்குத் துணையாக இருக்கும்.

(1) எல்லா அறிவியல் துறைகளுக்கும் அடிப்படையானவற்றை முதலில் வரையறுத்தல் வேண்டும். நமக்குக் கிடைத்திருக்கும் அளவற்ற அறிவுச் செல்வத்தில் அவற்றை முதலில் அறுதியிட்டுக்

கொண்டு அவற்றிற்குரிய அடிப்படை விதிகளைக் காணல் வேண்டும். அவ்விதிகள் பாடத்திட்டத்தில் அமைதல் வேண்டும்.

(2) இவ்வாறு தேர்ந்தெடுக்கும் பகுதிகள் அறிவியல் பயிற்றுவதன் நோக்கங்களைப் பொறுத்திருக்கும். வளர்ந்தவர்கள் மனத்தைக் கவருவன யாவும் குழந்தைகளின் மனத்தைக் கவரும் என்று சொல்ல முடியாது. பல்வேறு நிலை மாணக்கர் மனநிலைக்கும் கவர்ச்சிக்கும் ஏற்பப் பாடப் பகுதிகள் அமைதல் வேண்டும்.

(3) பல்வேறு நிலை மாணக்கர்களின் அறிவு வளர்ச்சிக்கேற்றவாறு பாடப் பகுதிகளைத் தேர்ந்தெடுத்தல் வேண்டும். மாணக்கர் அறிவு வளர்ச்சியில் கல்வித் துறை அறிஞர்கள் மூன்று படிகளைக் குறிப்பிடுகின்றனர். முதற்படியில் வியப்புணர்ச்சியை எளிதில் தூண்டலாம். நாளடைவில் அவ்வுணர்ச்சி திறனுயும் தரத்தை அடைகின்றது. ஆனல் அஃது ஒருபொழுதும் அவர்களிடமிருந்து மறையாததால், ஆசிரியர் செய்து காட்டும் சோதனைகளில் அவ்வுணர்ச்சிக்கேற்ற செய்திகளைச் சேர்க்கலாம். இரண்டாம் படியில் ஆசிரியர் தரும் தகவல்களில் மாணக்கர்கள் அதிகப்படியான ஊக்கம் காட்டுவர். மூன்றும் படியில் தகவல்களைக் காரண காரிய முறைகளில் அமைப்பதில் ஆர்வங் காட்டுவர். அவற்றிலிருந்து ஒரு பொது விதியைக் காணும்பொழுது அறிவியலறிஞர்கள் பெறும் மகிழ்ச்சியைப் போன்றதொரு மகிழ்ச்சியினையும் அவர்கள் பெறுவர்.

(4) வெவ்வேறு மீப்பண்புகளையுடைய மாணக்கர் வெவ்வேறு விதப் பகுதிகளை விரும்புவர். சிலர் கணிதத்துறைத் தொடர்புடைய பகுதிகளை அதிகமாக விரும்புதல் கூடும்; சிலர் உயிரியல்பற்றிய பகுதிகளில் அதிக நாட்டம் செலுத்துதல் கூடும். பொதுவாக ஆண்கள் முதலாவதையும் மகளிர் இரண்டாவதையும் விரும்புவர் என்பதில் ஓரளவு உண்மை உள்ளது.

(5) மாணக்கர் வாழும் சூழ்நிலையைப்பற்றி ஆசிரியர் நன்கு அறிந்திருத்தல் வேண்டும்; அவர்களுடைய மனப்போக்கையும் ஓரளவு அறிந்திருத்தல் நலம் பயக்கும். நாட்டுப்புறங்களில் வாழ்வோரின் அடிப்படை அறிவு ஒரு விதமாகவும், நகர்ப்புறங்களில் வசிப்போரின் அடிப்படை அறிவு பிறிதொரு விதமாகவும் இருக்கும். வணிகர் குடும்பங்களிலிருந்து வருவோரின் மனப்பான்மை ஒரு விதமாக இருக்கும்; உழவர் குடும்பத்துச் சிறுவர்களின் மனப்பான்மை மற்றெரு விதமாக இருக்கும்; ஆலைத் தொழிலாளர் குடும்பங்களைச் சேர்ந்தவர்களின் மனப்பான்மை பிறிதொரு விதமாக இருக்கும். பாடத்திட்டம் அமைப்பதில் அச்செய்திகள் நினைவிலிருந்து வழி காட்டல் வேண்டும்.

(6) அறிவியல் பாடப் பகுதிகள் எப்படியிருக்க வேண்டும் என்று தம் கருத்தைத் தெரிவிப்பதற்குச் சமூகத்திற்கும் உரிமையுண்டு. மாணக்கர்கள் பள்ளியில் பெறும் கல்வி எந்த முறையில் சமூகத்திற்கு

நலன் விளைவிக்கப் போகின்றது என்பதைச் சமூகம் அறிய வேண்டி யிருப்பதால், சமூகத்தின் கருத்தும் பாடத்திட்டம் வகுப்பதில் இடம் பெறும்.

(7) என்ன கற்பிக்க வேண்டும் என்பதை அறுதியிடுவதில்தான் மிகுந்த சிரமம் உள்ளது. பள்ளியில் பெறும் கல்வி முடிந்ததும் கல்லூரிப் படிப்பில் நாட்டம் செலுத்தும் மாணாக்கர்களுக்குப் பள்ளிகள் ஓரளவு பயிற்சிக் களனாக இருக்க வேண்டும் என்று எதிர்பார்த்தல் இயற்கை. பெரும்பாலோர் பள்ளிப் படிப்பு முடிந்ததும் அதையே தாம் பெறும் இறுதிக் கல்வியாகக் கொண்டு வாழ்க்கையில் நுழைபவர் களாக உள்ளனர். இன்னும் ஒரு சாரார் தொழிற் கல்வி பெறுவதில் நாட்டம் செலுத்துதல் கூடும். இந்த மூன்று சாரார்களின் தேவையை யொட்டிப் பாடத்திட்டம் எவ்வாறு அமைய வேண்டும்? பாடத்திட்டம் வகுப்போர் இதையும் சிந்தையில் கொள்ளல் வேண்டும்.

(8) பாடத்திட்டத்தில் சேர்க்கப்பெறும் பொருள்களின் அளவு மாணாக்கர்கள் எத்தனை ஆண்டுகள் கல்வி பெறுவர் என்பதையும் அறிவியல் பாடத்திற்கெனப் பள்ளிப் பாடவேளைப் பட்டியில் எத்தனை மணி நேரம் கொடுக்கப்பெறும் என்பதையும் பொறுத்துள்ளது.

(9) தேர்ந்தெடுக்கப்பெறும் செய்திகள் மாணாக்கர்களிடையே விடாமுயற்சி, ஆழ்ந்த சிந்தனை, பிரச்சினைகளைத் தாமாகவே தீர்க்கும் திறன் முதலிய நிலைத்த கல்விப் பயன்களை விளைவிக்கக் கூடியன வாக இருத்தல் வேண்டும். 'பள்ளிக் கணக்குப் புள்ளிக்கு உதவாது' என்பதற்கிணங்க, அறிவியல் கல்வியும் அமைந்தால் யாது பயன்?

அறிவியல் பகுதிகளை அறுதியிடல் : 'கல்வி கரையில கற்பவர் நாள் சில'[1] என்று கல்வியின் அளவற்ற தன்மையையும் கற்கும் மாந்தர்களின் வாழ்நாள் சிறுமையையும் ஆன்றோர்கள் கூறிப் போந்தனர். இவ்வுண்மை அறிவியல் பாடத்திட்டம் அமைத்தலுக்குச் சாலப் பொருந்தும். அறிவியல் துறைகள் பல வகைப்படும்; உயிரியல், வானியல், வேதியியல், பௌதிகம், தரையியல் முதலிய பல்வேறு துறைகள் உள; ஒவ்வொன்றிலும் அடங்கியுள்ள செய்திகள் எல்லையற்றவை. மாணாக்கர்கள் கல்வி பெறுங்கால் தொடக்க நிலையிலிருந்து உயர்நிலை வரை பதினொரு ஆண்டுகள்தாம் பள்ளியிலுள்ளனர். அக்காலத்திலும் வாரத்திற்கு மூன்று அல்லது நான்கு பாடவேளைகளில் மட்டிலுமே அறிவியல் பயிற்றப்படுகின்றது. இந்நிலையில் விரிந்த பொருளுள் குறுகிய கால எல்லைக்குள் கற்பிக்க வேண்டியவற்றை எவ்வாறு தேர்ந்தெடுப்பது? அவற்றை எந்த அடிப்படையில் தேர்ந்தெடுப்பது? என்பன போன்ற ஒரு சில செய்திகளை ஈண்டுக் கவனிப்போம்.

அறிவியலின் அடிப்படைத் தேவைகள் : அறிவியலின் பல்வேறு துறைகளைப்பற்றிய அடிப்படை அறிவு ஒவ்வொருவரிடமும் அமைய

1. நாலடியார்—செய். 135

வேண்டியது மிகவும் இன்றியமையாதது. எனவே, ஒவ்வொரு துறையிலும் எந்த அளவு பாடத்திட்டத்தில் அமைதல் வேண்டும்? அவ்வாறு அமைவதற்குரிய காரணங்கள் யாவை? என்பனவற்றை நன்கு ஆராய்தல் வேண்டும்.

முதலாவதாக: வரலாற்று முறையில் இதை ஆராய்வோம். வளரும் நிலையிலுள்ள இளம் கரு அடையும் நிலைகள் அதன் குடிவழியின் வளர்ச்சிப் படிகளைக் காட்டுவனவாகக் கருதலாம். அது போலவே, ஒரு குழந்தையின் கவர்ச்சிகளையும் மனிதக் குடிவழியின் தொடக்கநிலைப் படிகளைக் காட்டுவனவாகக் கருதுவதில் தவறு ஒன்றும் இல்லை. மனித அறிவை அடிப்படையில் இரு பிரிவுகளாகக் கொள்ளலாம்; ஒன்று தன்னைப்பற்றியது; மற்றொன்று தன்னைச் சுற்றியுள்ள உலகத்தைப் பற்றியது. தன்னைச் சுற்றியுள்ள உலகில் பூமியும் பிற அண்டங்களும் உள்ளன. பூமியின்மீது உயிருள்ள பொருள்களும் உள்ளன; உயிரற்ற பொருள்களும் இருக்கின்றன. (1) மனிதனுடைய முதல் கவர்ச்சி உயிருள்ள பொருள்களைப்பற்றியது. எனவே, உயிரியல் அடிப்படையான பகுதிகளுள் ஒன்று. விலங்குகள், பறவைகள் முதலியவை முதலில் அவன் கவனத்தைக் கவர்ந்திருத்தல் வேண்டும். அதன் பிறகு, தாவரங்கள் அவன் கவனத்தைக் கவர்ந்து உழவுத் தொழில் மேம்பாடு அடைந்திருத்தல் வேண்டும். பிராணி உலகிலும் தாவர உலகிலும் புத்தம் புதிய வகைகளைப் படைக்கும் முறைகளை நாளடைவில் கற்றுக்கொண்டிருத்தல் வேண்டும். எனவே, பொது அறிவியல் பாடத் திட்டத்தில் அன்றாட வாழ்வையொட்டியுள்ள உயிருள்ள பொருள்களைப்பற்றி முதலில் அறிந்துகொள்ளுவது மிகவும் இன்றியமையாதது. (2) தொடக்கத்தில் மனிதன் வானத்தில் தொங்கும் பிற அண்டங்களையும் கவனித்திருத்தல் கூடும். அவற்றைத் தொடர்ந்து உற்றுநோக்கி, விதைக்கும் காலம், அறுவடைக்கேற்ற காலம் முதலிய கால நிலைகளைக் கவனித்திருத்தல் வேண்டும். எனவே, **வான நூலும்** பாடத்திட்டத்தில் அடிப்படைப் பகுதியாக அமைகின்றது. (3) வேதியியல், இரும்புக் காலம் வெண்கலக் காலங்களின் போதே தலை காட்டிவிட்டது. அப்பொழுதிருந்தே மனிதன் உலோகங்களையும் தாதுப் பொருள்களையும் கையாளத் தொடங்கிவிட்டான். தொடக்கத்தில் மனிதன் பெற்ற வேதியியல் அறிவு அநுபவபூர்வமானதாக இருப்பினும், அது மிகவும் பயன்பட்டது. எனவே, **வேதியியலும்** அறிவியல் பாடத்திட்டத்தில் இடம் பெறுகின்றது. (4) மேன்மேலும் சூழ்நிலைகளிலுள்ள பொருள்களை அறியும் அநுபவத்திலும், அவற்றைத் தன்னுட்சிக்குக் கீழ்க் கொண்டுவருவதிலும் மனிதன் பல்வேறு உபாயங்களைக் கண்டறிந்துள்ளான்; உருளை, நெம்புகோல், சாய்வுதளம் போன்றவை அவற்றுள் சில. எனவே, **பொறி நுட்பவியல்** துறையில் மனிதன் கவனம் சென்றது; அதையும் பாடத்திட்டத்தில் அமைத்துக் கொள்ளவேண்டியதுதான்.

இரண்டாவதாக : இவ்வாறு கற்கும் அறிவியல் பகுதிகளில் அறிமுறைபற்றிய அறிவியல் பகுதிகள் அதிகம் தேவையா? பயனறி முறைபற்றிய அறிவியற் பகுதிகள் அதிகம் தேவையா? என்பதை ஆராய்தல் வேண்டும். தேவையை யொட்டித்தான் அறிவு வளர்கின்றது என்பது அநுபவ நிலை; அதன் அடிப்படையாகத்தான் 'தேவைதான் புதியது புனைதலின் தாய்'[1] என்ற ஆங்கிலப் பழமொழியும் எழுந்தது என்று கருதலாம். பிறிதொரு சாரார், அறிவுக்காகவே அறிவை நாடாவிடில், பல அடிப்படையான கண்டுபிடிப்புகள் புலனாகியிருத்தல் முடியாது என்று கூறுகின்றனர். எடுத்துக்காட்டாக அறிமுறை பற்றிய ஆராய்ச்சியின் விளைவாகத்தான் வெற்றிடக் குடுவை கண்டறியப்பெற்றது; மார்க்கோனி கம்பியில்லாத் தந்தியில் மின்-காந்த அலைகளைப் பயன்படுத்துவதற்கு முன்னதாகவே அவை அறி முறைபற்றிய ஆராய்ச்சியால் கண்டறியப்பட்டுவிட்டன. இவ்வாறு பலவற்றைக் காட்டலாம் என்றும், இவற்றிலெல்லாம் தேவைக்கு முன்னரே மெய்ம்மைகள் தோன்றிவிட்டன என்றும் அவர்கள் கூறுகின்றனர். ஏதாவது ஒரு துறையில் மட்டிலும் மனிதன் கவனம் செலுத்தியிருந்தால், அறிவியலின் வளர்ச்சி நீண்ட நாட்களுக்கு முன்னரே தடைப்பட்டிருக்கும். இரண்டு துறைகளும் இரண்டு தப்படிகள் போல மாறிமாறி இணைந்து சென்றால்தான் அறிவியல் வளரும். எனவே, பொது அறிவியல் பாடத்திட்டத்தில் இரண்டு பகுதிகளும் இடம்பெறல் வேண்டும் என்பது பெறப்படுகின்றது.

மூன்றாவதாக : அடிப்படையாகத் தேர்ந்தெடுக்கும் பகுதிகள் மாணாக்கர்களின் அன்றாட வாழ்க்கையில் குறுக்கிடக் கூடியனவாக இருந்தால் சாலப் பயன் தரும். அன்றாட வாழ்வில் பயன்படக்கூடிய செய்திகள் எல்லாத் துறைகளிலும் எண்ணற்றவை உள. அவற்றுள் மாணாக்கர்களின் அறிவுநிலைக்கேற்றவற்றைத் தேர்ந்தெடுத்து அவற்றிலுள்ள அறிவியல் மெய்ம்மைகளையும் விதிகளையும் விளக்குதல் வேண்டும். ஒரு சில எடுத்துக்காட்டுகள் அவர்கள் மனத்தை மிக நன்றாகக் கவர்தல்கூடும். சில மெய்ம்மைகள் அவர்கள் செயல்களைப் பற்றியனவாகவும், சில அவர்கள் உடலைப்பற்றியனவாகவும், சில அவர்கள் ஓய்வு நேர வேலைகளைப்பற்றியனவாகவும், சில அன்றாட வாழ்வில் கண்ணுறும் அல்லது பயன்படும் அநுபவங்களாகவும் இருத்தல் கூடும். எவ்வளவுக்கெவ்வளவு அவ்வநுபவங்கள் சாதாரண மானவையோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு அவை பாடத்திட்டத்தில் இடம் பெறும் தகுதியுடையவை. இவ்வாறு பொது அறிவியல் பாடத் திட்டத்தில் தேர்ந்தெடுக்கப்பெற்ற பகுதிகள் பிற்காலத்தில் பௌதிகம், வேதியியல் என்ற தலைப்புகளில் தனித்தனியாகப் பயிலுங்கால் மிக விரிவாகக் கற்பிக்கப்பெறும். ஆனால், அவை இங்கு

1. Necessity is the mother of invention.

அப்பெயர்களாகப் பிரித்தறியப்படா. அடிப்படையாகவுள்ள ஒரு சில செய்திகள் பல்வேறு துறைகளிலிருந்து தேர்ந்தெடுக்கப்பெற்று அவை ஒரு திட்டத்தில் அமைக்கப்பெற்றுப் பொதுவாகவே கற்பிக்கப் பெறும்.

1. **வாழும் சமூகத் தேவைக்கேற்ற செய்திகள் :** அறிவியல் பாடத் திட்டத்திற்குத் தேர்ந்தெடுக்கப்பெறும் பொருள்கள் மாணுக்கர்கள் வாழும் சமூகத் தேவைக்கேற்றவையாகவும் அமைதல் வேண்டும். இன்று நாட்டுப்புறங்களிலிருந்து நகர்ப்புறங்களில் வந்து உயர்நிலைக் கல்விபெறும் இளைஞர்கள் தம் கல்வி முடிவுற்ற பிறகு பிழைக்கும் நிமித்தம் நாட்டுப்புறங்களைத் துறந்து நகர்ப்புறத்தையே நாடு கின்றனர். 'கெட்டும் பட்டணம் சேர்' என்ற பழமொழியைக் கடைப் பிடிப்பவர்கள் அவர்கள் ! இதனல் வரவர நாட்டுப்புற வாழ்வு கேடுறு கின்றது ; கூடிவாழ்ந்த குடும்பங்கள் சிதறிப் போகின்றன. அன்றியும், இவ்வாறு கல்வி பயின்றவர்கள் நாட்டுப்புற வாழ்வையே வெறுத் தொதுக்குகின்றனர். நாட்டுப்புறப் பிரச்சினைகளை அலட்சியம் செய்து இகழ்கின்றனர். தாம் பெற்ற கல்வியாலும் பயிற்சியாலும் பழைய நிலையிலேயே உள்ள தம் சமூகத்தை உயர்த்தலாம் என்பதுபற்றி அவர்கள் சிறிதும் சிந்திக்காது பட்டணங்களிலே சென்று வாழவே விரும்புகின்றனர். அவர்கள் பெறும் கல்வியில் தக்கதோர் சூழ்நிலையை உண்டாக்கி, நன்முறையில் அமைந்துள்ள பாடத்திட்டத்தைப் பயிற்றுவோமேயானல் அவர்கள், தாம் பிறந்து வளர்ந்த சமூகத்திற்கே திரும்பச் சென்று வாழ வேண்டும் என்ற மனப்பான்மையைப் பெறுதல் கூடும் ; அரசினர் அலுவலகங்களிலோ பிற இடங்களிலோ பெறும் நகர வாழ்க்கைக்குப் போதாத வருவாயுடன் 'நரக வாழ்க்கை'யாக வாழ்வதை வெறுத்தொதுக்கி அதிலும் குறைந்த வருவாயாக இருப்பினும் மன நிறைவுடன் 'அமர வாழ்வு' வாழ விரும்புதல் கூடும்.

இத்தகைய கேடான நிலைக்குப் பல்வேறு காரணங்கள் உள. இக் காலம் 'உலகாயதம்' தலைவிரித்தாடும் காலம் ; 'உண்டு உடுத்து இனம் பெருக்கி' வாழ்வதே வாழ்வு என்று மயங்கித் திரியும் நிலை தலைதூக்கி இருக்கும் காலம். அன்றியும், வாழ்வுக்குச் சிறிதும் பொருந்தாத கல்வி முறை, எரியும் நெருப்பில் எண்ணெய் வார்த்தாற்போல இந்நிலையைப் பின்னும் கேடாக்கிவிட்டது. ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் கல்வி பெற்ற ஒரு சமூகத்தினர் அதே முறையில்தான் தம் குழந்தைகளும் கல்வி பெற வேண்டும் என்று விழைகின்றனர். கல்வி முறையை மாற்றியமைத்தால் பெரும்பயன் விளைக்கும் என்பதில் அவர்கள் சிறிதும் நம்பிக்கை கொள்வதே இல்லை. கற்பிக்கும் ஆசிரியர்களும் இந்நிலையைப் பின்னும் அரண் செய்கின்றனர் ; சென்ற காலத்தில் அடைந்த தவறுகளையே வழிவழி கொண்டு செலுத்துகின்றனர். முறையை மாற்றிவிட்டால் அது தம் வாழ்க்கைக்கு உலைவைப்பதாய் அமைந்து விடுமோ என்று

அஞ்சியே இதைச் செய்து வருகின்றனர். மனப்பான்மையை ஓரளவு திருத்தக்கூடிய தாய்மொழிமூலம் கற்பிக்கக்கூடிய கல்விக்கே முட்டுக்கட்டை போடுவதற்கு இதுவும் ஒரு காரணம் என்றுகூடச் சொல்லலாம். எனவே, படித்தவர்களின் முடிவையே சமூகமும் ஏற்று 'காலாவதியான' கல்வி முறையையே நடைமுறையிலிருத்தவும் விரும்புகின்றது. இந்நிலை,

> **குருடுங் குருடுங் குருட்டாட்டம் ஆடிக்**
> **குருடுங் குருடுங் குழிவிழு மாறே** [1]

என்ற திருமூலர் வாக்குப்படி அமைந்திருக்கின்றது என்பதற்கு என்ன தடை ?

பொது அறிவியல் கற்பிக்கும் முறையால் ஓரளவு இந்நிலையை மாற்றவும் செய்யலாம். இந்நிலை பின்னும் எழாதவாறும் செய்யலாம். முதலில் சமூகத்தின் தேவைகளைக் கவனித்தல் வேண்டும். உடல் நல வாழ்வைக் காட்டும் பகுதிகள், உழவுத்தொழிலில் சில அடிப்படை மெய்ம்மைகள், நவீன உழவுத்தொழில் முறைகள், பயிர்களுக்கு ஏற்படும் தொற்று நோய்கள், அவற்றை நீக்கும் வழிகள், செடிகளுக்குத் தேவையான உரவகைகள், அவற்றை இடும் புதிய முறைகள் போன்ற அன்றாட வாழ்க்கைக்குப் பயன்படும் செய்திகளைப் பாடத்திட்டத்தில் சேர்க்கலாம். தொடக்க நிலையில் முக்கிய செய்திகளை மட்டிலும் உணர்த்தி உயர்நிலையில் அவற்றைச் சற்று விரிவாகவும், அவற்றை மேற்கொள்வதன் காரணங்களையும் கற்பிக்கச் செய்யலாம். பழைய முறைப்படி வெறும் ஏட்டுக் கல்வியைக் கற்பிப்பதைவிட, புதிய முறைப்படி மேற்கூறிய செய்திகளைக் கற்பித்து நாட்டின் வளத்தையும் அதனால் நாடு பெறும் பொருளாதார நிலையையும் எடுத்துக் காட்டினால் அது சமூகத்திற்குச் செய்யப்பெறும் பெருந்தொண்டாக அமையும்.

2. பிற்காலத்தில் மேற்கொள்ளும் வாழ்க்கைத் துறைகளுக்கேற்ற பகுதிகள் : பிற்காலத்தில் மாணக்கர் பெற இருக்கும் தொழில் துறைப் பயிற்சிக்கு அடிப்படையாக இருப்பதற்கேற்பப் பொது அறிவியல் பாடத்திட்டம் அமைதல் வேண்டும் என்ற நோக்கம் இல்லை. பொது அறிவியலாகக் கற்கும் ஒருசில அறிவியல் துறைகளில் கவர்ச்சி ஏற்பட்டு மேற்கல்வியில் அவற்றைச் சிறப்பான முறையில் பயில வழிகோலும் அடிப்படை அமையலாம். வேறு தொழிற்கல்விகளில் பயிற்சி பெற்று வாழ்க்கைத் துறைகளாக அவற்றை மேற்கொள்ள இருக்கும் ஒரு சில மாணக்கர்களுக்கு இப்பாடத்திட்டம் அதற்கேற்ற மனப்பான்மையை உண்டாக்கலாம். அன்றியும், உயர்நிலைப் பள்ளிப் படிப்புடன் நின்றுவிடக்கூடிய பெரும்பாலோரிடம் விரிந்த மனப்பான்மையை நல்கி, சிறந்த குடிமக்களாகத் திகழ்வதற்கேற்ற கவர்ச்சிகளைத் தரும்படியாகவும் இருத்தல் வேண்டும். இதனால் பெறும் பயிற்சி

---

1. திருமந்திரம்—1680.

தாய்மொழியில் வெளிவரும் அறிவியல் நூல்களையும் கட்டுரைகளையும் படித்துத் தம் அறிவியல் அறிவை மேன்மேலும் பெருக்கிக் கொள்வதற்குத் துணையாக இருக்கும். பல துறைகளில் அடிப்படை அறிவு அமையப்பெருதவர்களால் நாடோறும் வெளியாகும் புதிய புதிய அறிவியல்பற்றிய தகவல்களை யாங்ஙனம் அறிந்து சுவைத்தல் முடியும் ?

3. **இளம் மாணுக்கர்களின் கவர்ச்சிகளுக்கேற்ற பகுதிகள் :** அன்ருட வாழ்க்கையில் குறுக்கிடக்கூடிய செய்திகள் மாணுக்கர்களிடம் கவர்ச்சிகளைத் தூண்டிவிடக் கூடும் ; வாழும் சூழ்நிலையிலுள்ள செய்திகள் அவர்கட்கு உற்சாகத்தை உண்டுபண்ணக்கூடும். வீடு, போக்குவரவு, ஈடுபாட்டுக்கலை, தொழிற்சாலை, உடல் நலம், தோட்டம் முதலியவை பற்றிய செய்திகளை அவர்கள் மிகவும் விரும்புவர். அவர்களிடம் இயல்பாகக் காணப்பெறும் திரட்டுக்கம், கட்டுக்கம், விடுப்பூக்கம் முதலியவை நன்முறையில் செயற்படுவதற்கேற்ற பகுதிகளைப் பாடத் திட்டத்தில் சேர்த்தல் வேண்டும். தாவரங்கள், பூச்சிகள், பொம்மைகள் முதலியவற்ருல் திரட்டுக்கத்தைச் செயற்படச் செய்யலாம். ஓவியங்கள் வரைதல், மண் பொம்மைகள் செய்தல் முதலியவற்ருல் கட்டுக்கத்தை வளர்க்கலாம். பல்வேறு புதியனவற்றைப் பார்ப்பதிலும் பயில்வதிலும் விடுப்பூக்கத்தைத் தூண்டலாம்.

மாறுபட்ட இரண்டு நிகழ்ச்சிகள் அவர்கள் மனத்தைக் கவர்தல் கூடும். பழைய இரசவாதியின் அறையையும் நவீன அறிவியல் அறிஞனின் ஆய்வகத்தையும் விளக்கும் படங்கள், முதன் முதலாகக் கண்டறிந்த நீராவிப் பொறிக்கும் நவீன தாமியங்கிக்கும் உள்ள வேறுபாடுகள், முதன் முதல் பறந்த வானவூர்திக்கும் நவீன விமானத்திற்கும் உள்ள வேறுபாடுகள் ஆகியவை போன்ற பல்வேறு முரண்பட்ட செய்திகள் அவர்கள் பாடத்திட்டத்தில் அமையலாம்.

நவீன கண்டுபிடிப்புகளில் இளைஞர்கள் அக்கறை கொள்வது இயல்பு ; அவற்றை விருப்பத்துடன் பயிலவும் கூடும். X-கதிர்கள், ஊதா மேற்கதிர்கள், சிவப்புக் கீழ்க் கதிர்கள், கம்பியில்லாத் தந்தி அலைகள், வானெலி அலைகள், பல்வேறு மின்காந்த அலைகள், இரேடியம் பற்றிய செய்திகள், அணுவின் ஆற்றல்பற்றிய விவரங்கள், விண்வெளிச்செலவு, விண்வெளி ஆராய்ச்சி, தொலை உலகச்செலவு, பிளாஸ்டிக்கின் வளர்ச்சி, அது பயன்படும் துறைகள், பென்சிலின் போன்ற நவீன மருந்து வகைகள், நவீன சிகிச்சை முறைகள் ஆகியவைபற்றிய பகுதிகளை இளைஞர்கள் மிகவும் விரும்புவர். அப் பகுதிகளை விளக்கும்பொழுது இடைஇடையே அவை வரலாற்று முறையில் வளர்ந்த படிகளைக் குறிப்பிடலாம். வரலாற்று உண்மைகளில் அதிக கவனம் செலுத்தாது கண்டறிந்த அறிஞர்களின் வாழ்வில் நேரிட்ட ஒரு சில நிகழ்ச்சிகளைக் குறிப்பிட்டுப் பகுதிகளை விளக்கிஞல்

போதுமானது. இளம் மாணுக்கர்கள் செய்தித்தாள்களில் வெளி வருவனவற்றில் பெரிதும் நாட்டம் செலுத்துவர். எனவே, செய்தித் தாள்களில் வெளிவரும் ஒரு சில செய்திகளை வெட்டியெடுத்து அவை மையமாய் அமைந்த ஒரு சில பாடப் பகுதிகளை விளக்கலாம்.

மாணுக்கர் வாழும் சூழ்நிலையில் காணப்பெறும் ஒரு சில பண்டைய பொறியியல் சாதனங்களையும் பிறவற்றையும் தேர்ந்தெடுத்து அவற்றில் அடங்கியுள்ள அறிவியல் மெய்ம்மைகளை விளக்கிஞல் மாணுக்கர்கள் அவற்றை விருப்பத்துடன் கவனிப்பர். எடுத்துக் காட்டாக ஆளேற்றம்மூலம் நீர் இறைப்பதைப் படத்தால் விளக்கி அதிலுள்ள 'திருப்புதிறன்', 'வேலை' ஆகிய விதிகளையும் தத்துவங் களையும் எடுத்துக்காட்டலாம். மாடுகளைப் பூட்டி, நீர் இறைக்கும் கவலை ஏற்றம் என்னும் சாதனத்திலுள்ள சாய்தள விதிகளை விளக்க லாம். பட்டுப்புழுக் கூட்டிலிருந்து பட்டை எடுத்துச் சுற்றும் பல்வேறு முறைகள், கயிறு திரிக்கும் முறைகள், வலை பின்னுதல் ஆகியவற்றிலுள்ள பொறியின் விதிகளை விளக்கலாம். எங்கும் காணப் பெறும் மிதிவண்டியிலுள்ள பல்வேறு பாகங்களில் அடங்கியுள்ள விதிகளையும் எடுத்துக்காட்டலாம்.

உயிரியல் பகுதிகளில் சூழ்நிலையில் காணும் எடுத்துக்காட்டு களைக் கொண்டே மெய்ம்மைகளை விளக்குதல் வேண்டும். சூழ்நிலையில் காணும் பறவைகள், விலங்குகள், பூச்சிகள், தாவரவகைகள் முதலிய வற்றைப் பயில்வதில் மாணுக்கர்கள் ஆர்வம் காட்டுவர். இவ்வாறு நிலவியல், நிலஉட்கூற்றியல் முதலியவைபற்றிய செய்திகளையும் திரட்டி வைத்துக்கொண்டு அவற்றை விளக்குதல் வேண்டும்.

திரட்டியவற்றைத் திட்டத்தில் அமைத்தல் : மேற்கூறியவாறு பல்வேறு துறைகளிலிருந்து தேர்ந்தெடுத்த பகுதிகளைச் சிறந்த முறையில் முழுத்தன்மை பொதுளும்படி அவற்றை ஒரு திட்டத்தில் அமைத்தல் வேண்டும். இன்று பொது அறிவியல் பாடத்திட்டத்தை திறனாய்வோர் அது ஒரு 'கலவை' என்றும், 'அவியல்' என்றும் கூறுகின்றனர் ! கலவையில் சேர்க்கப்பெற்ற பொருள்களும் அவியலில் அடங்கியுள்ள பொருள்களும் இன்னவை என்று தெரிந்தாலும், அவை தம்முடைய தனிச் சுவையால் பலவற்ருேடு சேர்வதால் ஏற்படும் புதியதொரு சுவையைத் தருமேயாஞல், அப்பாடத்திட்டம் சிறந்த தொரு பாடத்திட்டம் என்றே சொல்ல வேண்டும். திட்டம் செயற்படுங்கால் பயிற்றும் ஆசிரியரால்தான் அப்புதிய சுவை வெளிப்படல் வேண்டும்.

மற்ருென்று, இத்திட்டத்தை அமைக்கும்பொழுது பலர் சேர்ந்து பணியாற்றுதல் வேண்டும். ஒரு குழு ஒவ்வொரு துறையிலுமுள்ள அடிப்படை மெய்ம்மைகளையும் விதிகளையும் திரட்டுதல் வேண்டும் ; பிறிதொரு குழு மாணுக்கர்களுக்குக் கவர்ச்சி தரும் அவர்களறிந்த

அல்லது விளக்கினுல் துலங்க வல்ல செய்திகளைத் தேர்ந்தெடுத்தல் வேண்டும். பிறகு இரண்டையும் ஒன்று சேர்த்து ஒரு முழுத்தன்மை பொலியுமாறு அமைத்தல் வேண்டும். பாடத்திட்டம் பல்வேறு மலர்களால் சமைந்த மாலை போல் நிற்கும்; அது செயற்படுங்கால் மஞ்சள் முதலியவற்ருல் அமைந்த சுண்ணம் போல் காட்சியளிக்கும். இனி, பாடத்திட்டத்தை அமைக்கும் பல்வேறு முறைகளை அடுத்து வரும் இயல்களில் ஆராய்வோம்.

4. பாடத் திட்டம்: பொருள் அமைப்பு

அறிவியல் பாடத்திட்டத்திற்காகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பெற்ற பொருள்களை நல்ல முறையில் அமைத்தல் வேண்டும். பாடத்திட்டம் வகுப்போர் பல முறைகளை மேற்கொள்ளுகின்றனர். அறிவியல் ஆசிரியர் ஆசிரியப் பணியை மேற்கொள்ளுவதற்கு முன்னர் அவற்றைத் தெளிவாக அறிதல் வேண்டும். எனவே, அவைபற்றி ஈண்டுச் சிறிது ஆராய்வோம்.

1. **வரலாற்று ஒழுங்கு:** தொடக்கத்திலிருந்து ஒரு பாடம் எப்படிகளில் வளர்ச்சியுற்றதோ அப்படிகளிலேயே பாடத்திட்டத்தையும் அமைத்துக் கற்பித்தால் மாணாக்கர்கட்குக் கற்பதில் கவர்ச்சி பிறக்கும் என்று சிலர் கருதுகின்றனர். எனவே, பாடத்திட்டப் பொருள்களை அங்ஙனமே அமைத்துப் பாடத்திட்டத்தையும் உருவாக்குகின்றனர். முன் குமரப்பருவ மாணாக்கர்கள் இந்த அமைப்பை நன்கு சுவைத்துப் பயில முடியாது; வரலாற்றுத் தொடர்பில் பொருள்களை உணர்ந்து கற்கும் அறிவுநிலை அவர்கட்கு ஏற்படாது.

நுண்கிருமிகள், அறுவை சிகிச்சைக் கருவிகளைத் தூய்மையாக்குதல், நச்சு நீக்கிகளின் பயன்கள் ஆகியவைபற்றி வரும் பாடங்களை ஃபாஸ்ட்டர், லிஸ்டர் ஆகியோரின் வரலாற்றுடன் அமைக்கலாம். ஊசலிபற்றிய செய்திகளை அறிவதற்குமுன் நெம்புகோலின் விதிகளை அறிந்துகொள்ளல் வேண்டும். இயற்கையை உற்று நோக்குவதில்-தான் மனிதனின் கவனம் முதலில் சென்றது. எனவே, வேதியியலைப் படிப்பதற்கு முன்னர் இயற்கைப் பாடத்தைக் கற்றல் வேண்டும். நில இயலுக்கு முன்னர் வானநூல் (Astronomy) நல்ல முறையில் வளர்ச்சியுற்றதால் அதனை முதலில் கற்க வேண்டும். அறிவியல் வரலாற்றை உற்று நோக்கினால் அங்கக வேதியியலைத் தொடங்குவதற்குமுன் அனங்கக வேதியியலைக் கற்க வேண்டும் என்பது தெரியவரும்.

2. **காரண காரிய ஒழுங்கு:** கற்பிக்க வேண்டிய பொருள்களைக் காரண காரியத் தொடர்புடன் அமைத்துப் பாடத்திட்டத்தை உருவாக்கலாம். எப்படியமைத்தாலும் சில சமயங்களில் சில செய்திகளை

ஆசிரியர் வாயிலாகவோ அல்லது பாட நூல்களின் துணைக்கொண்டோ தெரிந்துகொள்ளத்தான் வேண்டும். அனைத்தையும் நேரில் தெரிந்து கொண்ட பிறகுதான் அவற்றைப் பாடத்திட்டத்தில் அமைத்தல் வேண்டும் என்று கருதுதல் தவறு. சுவாசித்து வெளிவிட்ட காற்றில் கரியமிலவாயு இருக்கிறதென்பதை அது தெளிவான சுண்ணும்பு நீரைப் பால் போல் ஆக்குவதிலிருந்தே மெய்ப்பித்துக் காட்டிவிடலாம். அதற்காகக் கரியமில வாயுவை வேதியியற் பொருள்களிலிருந்து தயாரித்து அதன் குணங்கள் யாவற்றையும் மெய்ப்பித்துக் காட்டும் வரை காத்திருக்க வேண்டும் என்ற அவசியம் இல்லை.

அறிவியல் பாடத்தில் மாணக்கர்கள் கற்க வேண்டிய பகுதிகளை மூன்று வகையாகப் பாகுபாடு செய்யலாம். அவை :

(1) கற்பிக்கும்பொழுது செய்து காட்டல் மூலம் மெய்ப்பித்துக் காட்டக்கூடியவை ;

(2) சிறிது காலம்வரை ஏற்றுக்கொண்டு பிறிதொரு சமயம் மெய்ப்பித்துக் காட்டப்படுபவை ;

(3) ஆசிரியர் கூற்றைக் கொண்டோ பாட நூலைக் கொண்டோ ஏற்றுக்கொள்ள வேண்டியவை.

(1)-ஆம் பிரிவிலுள்ளவற்றைப்பற்றிச் சிறிதும் கவலைகொள்ள வேண்டியதில்லை. (2)-ஆம் பிரிவிலுள்ளவற்றை ஆசிரியர் கற்பிக்கும் பொழுது சில விவரங்களைத் தற்காலிகமாக ஏற்றுக்கொள்ளச் செய்து பிறிதொரு சமயம் அவற்றைச் செய்துகாட்டல்மூலம் மெய்ப்பித்தல் வேண்டும் ; ஆசிரியர் அவற்றை நினைவில் வைத்திருந்து அவசியம் செய்து காட்டல் வேண்டும். சோம்பல் காரணமாகவோ மறதி காரண மாகவோ காட்டாதிருத்தல் ஆகாது. (3)-ஆம் பிரிவிலுள்ளவற்றைக் கற்பிக்கும்பொழுது சில வெளிப்படை மெய்ம்மைகளை அப்படியே ஏற்றுக் கொள்ளத்தான் வேண்டும் என்பதை ஆசிரியர் விளக்குதல் வேண்டும் ; ஏனைய பாடங்களிலிருப்பது போலவே அறிவியலிலும் அத்தகைய வெளிப்படை மெய்ம்மைகள் உள என்பதைத் தெளி வாக்குதல் வேண்டும். பாட வளர்ச்சி கருதியும் மெய்ம்மை காணும் நோக்கத்தை யொட்டியும் அவ்வாறு ஏற்றுக்கொள்வது இன்றியமை யாதது என்பதை விளக்கிவிட்டால் போதும்.

பாடப் பகுதிகளைக் காரண காரிய ஒழுங்கில் அமைப்பது எளிது என்று சிலர் கருதுதல் கூடும் ; அது தவறு. அவ்வாறு அமைப்பதில் பல்வேறு சிரமங்கள் உள்ளன ; அவை யாவும் காரண காரிய ஒழுங்கு என்றே வழங்கப்பெறுகின்றன. வரலாற்று ஒழுங்கையும் காரண காரிய ஒழுங்கு என்று கூறலாம். ஒரு பொது விதியிலிருந்து படிப்படியாகச் செய்திகளை அறிதலும் காரண காரிய ஒழுங்கு என்றுதான் வழங்கப்பெறல் வேண்டும். வேதியியலைச் சார்ந்த மெய்ம்மைகளை அவ்வொழுங்கைச் சேர்ந்தனவாகக் கொள்ளலாம்.

வேதியியல் வல்லுநர் உலகிலுள்ள பொருள்களைத் தனிமங்கள் என்றும், கூட்டுப் பொருள்கள் என்றும் வகைப்படுத்தியுள்ளனர். அவை இரண்டும் கலந்தவற்றைக் கலவைகள் என்று மூன்றுவது வகையில் அடக்குவர். முதலில் எல்லாத் தனிமங்களையும் தெரிந்து கொண்டு பிறகு இரு தனிமக் கூட்டுப் பொருள்கள், பல பொருட் கூட்டுப் பொருள்கள் என்று முறைப்படி அறிதலையும் காரண காரிய ஒழுங்கில் அறிதல் என்று கூறலாம். அன்றி, மாண்டலீஃப் வரையறைப் பட்டியலிலுள்ளபடி (Mandaleef's Periodical Table) அணுஎடை எண் வரிசைப்படி தனிமங்களையும், தனிமங்களைப் பயிலும்பொழுதே கூட்டுப் பொருள்களையும் படித்து இடையில் கரியையும் கரிவழிப் பிறந்த அங்ககக் கூட்டுப் பொருள்களைப்பற்றியும் அறிந்துகொள்வதையும் 'காரண காரிய ஒழுங்கு' என்று குறிப்பிடலாம். இன்னும், தனிமங்களை உலோகங்கள் என்றும் அலோகங்கள் என்றும் பாகுபாடு செய்து ஒவ்வொன்றையும் பயிலும்பொழுதே அதன் வழிப் பிறக்கும் கூட்டுப் பொருள்களைப்பற்றித் தெரிந்துகொண்டு போதலையும் காரணகாரிய ஒழுங்கு என்று குறிப்பிடுவர். உயிரியல் பகுதிகளையும் இவ் வொழுங்கில் அமைக்கலாம்.

ஏதாவது அறிவியல் விதி ஒன்றினை எடுத்துக்கொண்டு அதை யொட்டிப் பல எடுத்துக்காட்டுகளை விளக்கிச் செல்லலாம். எடுத்துக் காட்டாகப் புவி ஈர்ப்பு விசையை எடுத்துக்கொள்வோம். கடிகாரத்தின் ஊசலி புவி ஈர்ப்பால் பாதிக்கப்படுகின்றது ; மேலிருந்து விழும் பொருள்களின் வேக வளர்ச்சியையும் தீர்மானிக்கின்றது. இன்னும் தாவர வளர்ச்சியின் திசையையும் பாதிக்கின்றது ; அன்றியும், பிராணிகளின் எலும்புக் கூட்டமைப்பிற்கும் அதற்கும் தொடர்பு உண்டு. தலைகீழ்ச் சதுர விதியை இன்னொரு எடுத்துக் காட்டாகக் கொள்வோம். ஓர் ஒளி மூலத்திற்கும் அஃது ஒளி தரும் இடப் பரப்பிற்கும் தகுந்தாற்போல் ஒளியின் உறைப்பு மாறும் என்ற மெய்ம்மையை விளக்கலாம். அவ்விதியை யொட்டியே ஒரு காமிராவின் வில்லையின் அளவை யொட்டி ஃபிலிமைத் திறந்து வைக்கும் நேரம் கணக்கிடப்படுகின்றது என்பதைக் காட்டலாம். அவ்விதி காந்த மண்டலங்களுக்கும் பொருந்தும் என்றும், அதைக்கொண்டு ஒரு காந்தத்தின் வலிவைக் கணக்கிடலாம் என்றும் விளக்கலாம். காரண காரிய ஒழுங்குப்படி போகலாம் என்று என்னதான் தீர்மானித்தாலும், தொடர்பற்ற வளைந்த வழியில் செல்லுவதைத் தவிர்த்தல் முடியாது.

காரண காரிய ஒழுங்கைப் பின்பற்ற வேண்டும் என்ற எண்ண மிருந்தாலும், பாடங்களை அமைப்பதில் சிரமம் இல்லாமல் இல்லை. இந்த அமைப்பு கற்பித்தலுக்காக ஆயத்தம் செய்யப்பெறுகின்றது ; அதுவும் வளர்ச்சி பெறும் குழந்தையின் மனத்திற்காகச் செய்யப் பெறுகின்றது. பாடத்திட்டம் அமைப்போர் இந்த நோக்கத்தை மறந்து

விடல் கூடாது. ஒன்றில் காட்டப்பெறும் சிரத்தையைப் பிறிதொன்றிலும் செலுத்த வேண்டும்.

3. **ஒரு பொருளை நடுவாகக்கொண்ட ஒழுங்கு :** ஏதாவது ஒரு பொருளை அல்லது மெய்ம்மையை அறிய நேரிடுங்கால் அஃதுடன் தொடர்புள்ள பொருள்களையும் அல்லது மெய்ம்மைகளையும் நினைவு படுத்திக்கொள்கின்றோம். இஃது இயல்பாக நடைபெறுவதொன்று. இந்த மெய்ம்மையை அடிப்படையாகக்கொண்டு கீழ் வகுப்புக்களுக்குப் பாடத்திட்டத்தை அமைக்கலாம். இதை இரண்டு விதமாகச் செய்யலாம்.

(அ) அறிவியல் விதியை நடுவாகக் கொண்டு அமைத்தல் : புவி ஈர்ப்பு விசை, தலைகீழ்ச் சதுரவிதி ஆகியவற்றின் கீழ் எவ்வாறு சில பொருள்களை அமைப்பது என்பதை மேலே கண்டோம். ஆனால், அதுதான் சரியான முறை என்று நினைத்தல் தவறு ; சற்று வேறு விதமாகவும் அவற்றை அமைக்கலாம். பொறிநுட்பவியல் பகுதி முழுவதையும் 'வேலை' என்ற தலைப்பின்கீழ் அமைத்துவிடலாம். தாவர—, பிராணி—, வளர்சிதை மாற்றத்தைப்பற்றிய எடுகோள்கள் உணவு வகைகளிலுள்ள வெப்ப அளவுகள், உடல் வெப்ப நிலையைக் காத்தல், வேதியியல் ஆற்றல்வகைகள் முதலிய தகவல்களை யெல்லாம் 'ஆற்றல் வகைகள்' என்ற தலைப்பின்கீழ் ஒன்றுக அமைக்கலாம். ஒலி, அதிர்வு எண்ணை அளத்தல், அநுநாதம், இசைச் சுரங்கள், ஒலியின் வேகம், மின்சார காந்தம், நிறமாலை, வானொலி முதலிய பொருள்களை 'அலை இயக்கம்' என்ற தலைப்பின்கீழ்க் கொண்டு வரலாம். 'வெப்ப நிலைகளை அளத்தல்' என்றதன்கீழ், பயன்படக்கூடிய பல பொருள்களைத் தொகுக்கலாம். உயிரியல் பகுதியில் தாவர இயல் பற்றிய பொருள்களையும் பிராணி இயல்பற்றிய செய்திகளையும் இணைத்து ஒன்று பிறிதொன்றுடன் எவ்வாறு சார்ந்துள்ளது என்பதை ஆராய வழி அமைக்கலாம்; சூழ்நிலைக்கேற்றவாறு அவை எவ்வாறு மாறுபடுகின்றன என்பதை ஆராயச் செய்யலாம். பல்வேறு செய்திகளை ஒப்பிட்டுப் பார்க்குங்கால் அறிவியல் நோக்கம், பயன் நோக்கம் ஆகிய இரண்டையும் கருதுதல் வேண்டும். அவற்றைக் கற்பதால் எதிர்பார்க்கக்கூடிய மனப்பான்மை, திறன்கள் மாணுக்கர் களிடம் ஏற்படுமா என்பதையும் சிந்தித்தல் வேண்டும்.

(ஆ) மாணுக்கர்களிடம் அப்போதைய கவர்ச்சி தருபவை : மாணுக்கர்களிடம் கவர்ச்சிகளை உண்டாக்கக் கூடிய தலைப்புகளைப் பொறுக்கி எடுத்து அவற்றை நடுவாகக்கொண்டு பாடங்களை அமைக்கலாம். அப்பொருள்கள் மாணுக்கர்கள் வாழும் இடங்களில் உள்ளனவாகவோ அல்லது செய்தித்தாள்களில் அடிக்கடி காணப் பெறும் பொருள்களாகவோ இருக்கலாம். அப்பாடங்களைப் பயிலும் பொழுது அறிவியல் விதிகளைக் காணச் செய்யலாம். இந்த அமைப்பில்

பல்வேறு துறைகளிலுள்ள செய்திகளைத் திரட்டுவதற்கும் அறிவியலின் பல்வேறு துறைகளும் எவ்வாறு தொடர்புடையவை என்பதைக் காட்டவும் நல்ல வாய்ப்புகள் ஏற்படுகின்றன. ஒரு பொருளைக் கூற்றாக இயம்புவதைவிட வினவாகக் கூறினால் அது மாணுக்கர்களின் கவனத்தை ஈர்க்கக் கூடும்.

'பொருள்கள் எரிதலால் எவை உண்டாகின்றன?' என்ற தலைப்பில் வெப்பம்பற்றிய செய்திகள் (பௌதிகம்), ஆக்ஸிஜன் ஏற்றம்பற்றிய தகவல்கள் (வேதியியல்), தாவரங்கள் சுவாசித்தல் (தாவர இயல்), பிராணிகள் சுவாசித்தல் (பிராணி இயல்) ஆகிய செய்திகள் யாவற்றையும் தொகுத்து ஆராயலாம். இந்தத் தலைப்பு இன்னும் இஃதுடன் தொடர்புள்ள பிற பொருள்களையும் கற்பதற்கு வழி அமைத்தல் கூடும். உணவு வகைகள், விட்டமின் சத்துகள், கிரியா-ஊக்கிகள், பல்வேறு கிரியா-ஊக்கிச் செயல் முறைகள் முதலிய செய்திகளை இதன் கீழ்ச் சேர்க்கலாம். ஆக்ஸிகரணத்தையும் சுவாசித் தலையும் குருதி, இதயம், வால்வுகள், பம்புகள் முதலிய தலைப்புக் களுடன் இணைக்கலாம்.

விடுதலை பெற்ற பிறகு நமது நாட்டின் முன்னேற்றத்திற்காக ஐந்தாண்டுத் திட்டங்கள் வகுக்கப்பெற்று செயற்பட்டு வருகின்றன. பல மின்சாரத் திட்டங்களும், நீர்ப்பாசனத் திட்டங்களும் கட்டப்பெற்று வருகின்றன. அவற்றை நடுவாகக்கொண்டும் பல பகுதிகளை இணைக்கலாம். நீரின்மூலம் கிடைக்கும் ஆற்றலைப் பயன்படுத்தும் முறைகள், மிக ஆக்கப் பொறிகள், மின்சார நிலையங்கள், மின்சாரத்தைக்கொண்டு எவ்வாறு நாட்டின் உற்பத்திப் பெருக்கம் ஏற்படுத்தலாம் என்பன போன்ற செய்திகளையெல்லாம் தொகுத்துக் கற்பித்தால் மாணுக்கர்கள் ஆர்வத்துடன் கற்பர். அவ்வாறு பாடத் திட்டங்களை வகுப்பதில் மாணுக்கரின் அறிவு நிலை, ஆசிரியரின் திறன், பள்ளியின் சூழ்நிலை முதலியவற்றை மனத்திற் கொள்ளவேண்டும்.

4. **பொதுமைய ஒழுங்கு :** ஒரு புள்ளியை மையமாகக்கொண்டு பல வட்டங்களை வரையலாமன்றோ ? அது போலவே, ஒரு பொருளின் சில விவரங்களைக் கீழ் வகுப்பிலும், மற்றும் சில விரிவான கூறுகளை அதற்கடுத்த வகுப்பிலும் மேலும் சில விவரமான நுட்பங்களை அதற்கு மேலுள்ள வகுப்பிலுமாகத் தொடர்ந்து கற்பித்தலைப் 'பொதுமைய ஒழுங்கு' என்று வழங்குவர். இவ்வொழுங்கு மாணுக்கர்களின் மன வளர்ச்சிக்கு ஏற்றவாறு அமைகின்றது என்று உளவியலார் கருதுகின்றனர். கீழ் நிலை வகுப்பு மாணுக்கர்கட்கு இவ்வொழுங்கு மிக மிக ஏற்றது. அவர்கட்கு ஏற்ற இயற்கைப் பாடத்தை இவ் வொழுங்கில் அமைத்துக் கற்பிக்கலாம்.

கீழ் நிலை வகுப்புகளில் மூன்று அல்லது நான்கு ஆண்டுகளில் பிராணிகள், தாவரங்கள், சில இயற்கைச் செயல்கள் முதலியவை

கற்பிக்கப்பெறுதல் வேண்டும். முதலாண்டில் ஆசிரியர் எல்லாத் துறைகளிலுமுள்ள சில செய்திகளைத் தருவார். இரண்டாம் ஆண்டில் அவை சற்று விரிவாகவும் மூன்றும் ஆண்டில் இன்னும் சற்று விரிவாகவும் இவ்வாறு தொடர்ந்து கற்பிக்கப்பெறும். இவ்வாறு கற்பிப்பதால் ஒரே பொருள்பற்றிய அதிக விவரங்களை மாணுக்கர்கள் அறிந்துகொள்ளுகின்றனர். அப்பொருள்கள் பற்றிய அறிவும் அவர்களிடம் நன்கு வலியுறுகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக, முதல் வகுப்பில் ஒரு செடியின் இலை, பூ, காய், தண்டு, வேர் ஆகியவற்றைப் பொதுவாகக் கற்பிக்கலாம். இரண்டாவது வகுப்பில், இந்த உறுப்புகள் செடிக்குச் செடி எவ்வாறு மாறுபடுகின்றன என்பதைக் கவனிக்கச் செய்யலாம். மூன்றும் வகுப்பில், பலவித இலைகள்—நேர் நரம்பு, வலைக்கண் நரம்பு, வடிவம், ஓரம் ; வேர் வகைகள்—ஆணிவேர், பக்கவேர், சல்லிவேர் போன்ற செய்திகளை விரிவாகக் கற்பிக்கலாம். மூன்றும் வகுப்பில், பல வகைப் பூக்களைச் சோதித்து அவை நிறம், மணம், உருவம் ஆகியவற்றில் மாறுபடுவதைக் காட்டி, நான்காம் வகுப்பில் ஊமத்தை, பூவரசு போன்ற பூக்களின் பாகங்களையும் பிஞ்சு உண்டாவதையும் கற்பிக்கலாம். பூக்களின் பாகங்கள், அவற்றின் பயன்கள், மகரந்தக் கலப்பு உண்டாகும் விதம் ஆகியவற்றை ஐந்தாம் வகுப்பில் கற்பிக்கலாம். தொடக்கநிலைப் பள்ளிக்குரிய பாடத் திட்டத்தைக் கவனித்தால் இஃது ஓரளவு நன்கு தெளிவாகும்.

நடு நிலை, உயர்நிலைப் பள்ளிகளின் அறிவியல் பாடத்திட்டத்திலும் இவ்வொழுங்கு ஒரோ வழி கையாளப்பட்டுள்ளது. உணவு, சுவாசித்தல், அசைதல், நல்வாழ்வு, வீடு கட்டுதல், வாழும் சூழ்நிலையை ஆராய்தல், இயற்கையாற்றலைப் பொது நலனுக்குப் பயன்படுத்துதல், இயற்கைப் பொருள்களை மனித நலனுக்குப் பயன்படுத்துதல் என்ற தலைப்புகளில் முதற்படிவம், இரண்டாம் படிவம், மூன்றும் படிவம் ஆகிய வகுப்புகளில் செய்திகள் தொடர்ந்து வளர்ச்சி பெற்று விளக்கம் அடையுமாறு அமைந்திருப்பதைக் காணலாம். அன்பர்கள் அப்பாடத்திட்டங்களைக் கூர்ந்து நோக்கி இவ்வொழுங்கைக் கண்டு கொள்வார்களாக. மாணுக்கர்களின் அறிவு வளர்ச்சியையும் பட்டறிவு வளர்ச்சியையும் ஒட்டி, ஒரே பொருளைக் குறித்து செய்திகள் படிப்படியாக மிகுதியாகத் தரப்பெறுவதால் அவர்கள் ஆழ்ந்த அறிவையும் அகன்ற அறிவையும் பெறுவதற்கு முடிகின்றது.

பொதுமைய ஒழுங்கில் பாடத்திட்டத்தை அமைப்பதால் பல நன்மைகள் ஏற்படுகின்றன. இம் முறையில் எல்லாப் பாடங்களும் ஒரே சமயத்தில் தொடங்கப்பெற்று அவை படிப்படியாக வளர்ச்சி பெற இடம் உள்ளது. வேறு எந்த முறையிலும் இத்தகைய வசதிகளோ வாய்ப்புகளோ இல்லை ; ஒரு பொருளை நன்கு கற்ற பிறகுதான் அடுத்த பொருளுக்குப் போக முடிகின்றது. எல்லாக் கூறுகளையும் ஒரே

சமயத்தில் கற்றுக்கொடுத்தால் மாணுக்கர்கள் அவற்றை உணர்ந்து கொள்ள இயலாது. இம்முறையில் பொருள்களை உளவியற் கருத்துக்களை யொட்டியும் காரணகாரியத் தொடர்புடனும் அமைத்துக் கொள்ள முடிகின்றது. ஒவ்வொரு நிலையிலும் குழந்தைகளின் கவர்ச்சிக் கேற்ற பொருள்களை எடுத்துக்கொண்டு கற்பிக்க இங்கு இடம் உள்ளது. கீழ் நிலை வகுப்புகளிலிருந்து அறிவியல் பாடத்தைத் தொடர்ந்து கற்பிக்கும் வாய்ப்பை ஒரே ஆசிரியருக்குக் கொடுத்தால் இம்முறை மிக வெற்றியுடன் பரிமளிக்கும். இதனுல் மாணுக்கர்களிடம் கவர்ச்சி குன்ருது நல்ல முறையில் கற்பிக்கும் வழிகளை அமைத்துக் கொள்ள முடியும். அங்ஙனமின்றி, பல ஆசிரியர்கள் யாதொரு தொடர்பும் திட்டமும் இன்றிக் கற்பிக்கும் நிலை ஏற்பட்டால் இம்முறை 'கூறியது கூறல்' என்ற குற்றத்திற்குட்பட்டு கற்பிக்கும் பாடங்களும் கவர்ச்சியையும் புதுமையையும் இழந்துவிடல் கூடும். இம்முறையை மேற்கொண்டு கற்பிக்கும் ஆசிரியர், கூறவேண்டிய அனைத்தையும் முதல் ஆண்டிலேயே கூறிப் பாட அழகைக் குன்றச் செய்யாது பார்த்துக் கொள்ளல் வேண்டும். ஒவ்வோர் ஆண்டிலும் ஒரே பொருள் புதுமையும் அழகும் கொண்டு மிளிரும்படி செய்தல் மிகவும் இன்றியமையாதது. என்றும் புதிய பிரச்சினைகள் தீர்க்கப்பெறுதல் வேண்டும்; புதிய சங்கடங்களைக் காணல் வேண்டும்; புதிய புதைபொருள்களும் வியத்தகு செய்திகளும் தென்படல் வேண்டும். இந்தக் கூறுகள் மிளிருமாறு கற்பித்தலை அமைத்துக்கொண்டால் இவ்வொழுங்கில் அமைக்கப்பெறும் பாடத்திட்டத்தால் நிறைந்த பயன்களை எதிர் பார்க்கலாம்.

5. தலைப்பு ஒழுங்கு: கற்பிக்க வேண்டிய பொருள்களைச் சில தலைப்புகளின் கீழ் அடக்கி ஒவ்வொரு தலைப்பாகக் கற்பித்தலைத் 'தலைப்பு ஒழுங்கு' என்று வழங்குவர். இந்த முறையில் அறிவியல் பாடத்தை பௌதிக இயல், வேதியியல், உடலியல், வான நூல் என்று பிரிப்பதற்குப் பதிலாகச் சில தலைப்புகளின் கீழ் அடக்கிவிடுவர். சாதாரணமாக உயர்நிலைப் பள்ளிக்குரிய அறிவியல் பாடப் பகுதிகளை வீடு, போக்குவரவு, ஈடுபாட்டுக்கலை, தொழிற்சாலை, உடல் நலவழி, தோட்டம், வயல், நாட்டுப்புறம் என்ற தலைப்புகளில் அடக்கலாம். நடைமுறையிலுள்ள நடுநிலை உயர்நிலைப் பள்ளிகளுக்குரிய அறிவியல் பாடத் திட்டங்களைக் கூர்ந்து நோக்கினுல் அவை இம்முறையில் அமைக்கப் பெற்றிருப்பது தெரியவரும். அன்றியும், அவை பொதுமைய ஒழுங்கும் தலைப்பு ஒழுங்கும் சேர்ந்த ஒரு கலவை முறையில் அமைக்கப் பெற்றிருப்பதையும் அறிந்துகொள்ளலாம். உண்ணுதல், சுவாசித்தல், பிறப்பும் வளர்ச்சியும், அசைதல், நல்வாழ்வு, வீடு கட்டுதல், சூழ்நிலையை ஆராய்தல், இயற்கையாற்றல்களைப் பொதுநலனுக்குப் பயன்

படுத்துதல், இயற்கைப் பொருள்களை மனித நலனுக்குப் பயன் படுத்துதல் என்ற தலைப்புகளில் அனைத்தையும் அடக்கியிருப்பதைக் காண்க. ஒவ்வொரு தலைப்பின் கீழுள்ள பொருள்கள் எவ்வாறு தொடர்புடன் அமைக்கப்பெற்றுள்ளன என்பதையும் எண்ணி உணர்க. எடுத்துக்காட்டாக நான்காம் படிவத்திற்குரிய பாடத்திட்டத்தில் "நீர்" என்ற தலைப்பின்கீழ் (1) நீரின் மூலங்கள்—நீரிலுள்ள குறைகள்; (2) நீரின் வகைகள் - வன்னீர் மென்னீர்; (3) நீரைத் தூய்மை யாக்குதல் - பருகுவதற்கு, பிறவற்றிற்கு; (4) தூய்மையாக்கும் முறைகள்; (5) நீரின் இயைபு; (6) ஆவியாதலும் உறைதலும்; (7) தாவரங்களுக்கும் பிராணிகளுக்கும் நீரின் இன்றியமையாமை; (8) நகரத்தில் குடிநீர் வசதி என்ற பகுதிகள் அமைக்கப்பெற்றிருப் பதைக் காண்க. அது போலவே, "காற்று" என்ற தலைப்பின்கீழ் (1) காற்று - பல வாயுக்களின் கலவை; (2) காற்றின் இயைபு; (3) காற்றின் அறிமுகம்; (4) ஆக்ஸிஜன், நைட்ரஜன், கார்பன் - டை - ஆக்ஸைடு இவற்றின் பயன்கள்; (5) தாவர, பிராணி வாழ்வுக்குப் பல்வேறு வாயுக்களின் பயன்கள்; (6) மூச்சு விடுதல்; (7) காற்றிலுள்ள அசுத்தங்கள்; (8) காற்றைத் தூய்மையாக்கும் முறை; (9) நீரில் மூழ்குவோர், குடைவழி, சுரங்கம், நீர்மூழ்கிக்கப்பல் ஆகியவற்றிலிருப் போர் காற்றைப் பெறும் முறை முதலிய பாடங்களைக் கவர்ச்சி தரும் முறையில் அமைத்துக் கற்பிக்கலாம். இவ்வொழுங்கில் பாடங்களை அமைத்துக் கற்பிக்க வேண்டுமானால் ஆசிரியர் "கலைபயில் தெளிவு"டையவராக[1] இருத்தல் வேண்டும். ஆசிரியர் ஆய்ந்து அகன்று கற்றவராக இருந்தால்தான் பொருள்களை எல்லாத் துறைகளிலிருந்து தேர்ந்தெடுத்து எடுத்துக்காட்டுகளுடன் சிறந்ததொரு பாடத் திட்டத்தை உருவாக்குதல் முடியும்; அவற்றை நல்ல முறையில் கற்பிக்கவும் இயலும். புறநிலைத் தேர்வுகள் இல்லாத வகுப்பு களுக்கும் பள்ளிகட்கும் மட்டிலுந்தான் இம்முறையிலமைந்த பாடத் திட்டத்தை மேற்கொள்ளலாம். அப்பொழுதுதான் ஆசிரியர் மாணுக்கர் வாழும் சூழ்நிலைக்கேற்றனவும் அறிவுநிலைக்கேற்றனவுமான பொருள் களைத் தேர்ந்தெடுத்துக்கொண்டு கற்பித்தல் முடியும்.

அமெரிக்காவில் இம்முறை சற்று மாறி வழங்குகின்றது. ஆசிரியர் ஒரு தலைப்பைக் கூறுவார்; அதைப்பற்றி மாணுக்கர்கள் தாம் அறிந்துள்ளனவற்றையெல்லாம் ஆசிரியரிடம் உரைப்பர். பிறகு அவற்றைப்பற்றிக் 'கலந்தாய்தல்' நடைபெறும். ஒருவராலும் முடிவு காணமுடியாத பகுதிகள் மட்டிலும் நுட்ப ஆராய்ச்சிக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்பெறும். அந்த நிலையிலுள்ள மாணுக்கர்களின் அறிவுக்கு அப்பாற்பட்டதாகக் கருதப்பெறும் பகுதிகளை மட்டிலும் நீக்கிவிட்டு மீதியுள்ளவற்றைக்கொண்டு ஆசிரியரால் ஆண்டின் ஒரு பருவத்திற்

1. நன்னூல் — நூற்பா. 26.

குரிய ஒரு பாடத்திட்டம் வகுக்கப்பெற்றுக் கற்பிக்கப்பெறும். தம்மாலான திட்டம் என்று மாணக்கர்கள் அறிவதால், அத்திட்டம் மிக வெற்றியுடன் நடைமுறையில் கையாளப்படுகின்றது. மாணக்கர்களும் விருப்பத்துடனும் உற்சாகத்துடனும் அப்பகுதிகளைக் கற்கின்றனர்.

சில அமெரிக்கப் பள்ளிகளில் ஆசிரியர் பழைய முறையில் ஒரு விதியை நிலைநாட்டுவதற்குப் பதிலாக அல்லது மேற்கூறியவாறு ஒரு தலைப்பை அறிவித்தற்குப் பதிலாக ஒரு பொறி அமைப்பைக் (எ-டு : ஒரு மின்விசை மணி) கொடுத்து அதிலுள்ள அனைத்தையும் கண்டறியும்படி கூறுவார். மாணக்கர்கள் ஆசிரியர் குறிப்பிடும் சில நூல்களைத் துணையாகக்கொண்டு அவற்றைக் கண்டறிவர் ; பிறரிடம் கேட்டும் அவற்றைத் தெரிந்துகொள்ளலாம். ஒரு வாரத்திற்குப் பிறகு அதைப்பற்றிய ஆராய்ச்சி வகுப்பில் நடைபெறும். இம்மாதிரி பல பொருள்கள் தொகுக்கப்பெறும். அவை வகைப்படுத்தப்பெற்று தொடர்புடன் இயையுமாறு பல பாடங்களாக அமைக்கப்பெற்றுக் கற்பிக்கப்பெறும். இம்மாதிரி திட்டம் வகுப்பதில் மாணக்கர்கள் மிக உற்சாகத்துடனிருப்பதுடன் கற்பதிலும் நிறைந்த ஆர்வங் காட்டுவர்.

6. அலகுத் திட்டம் : 'அலகுத் திட்டம்' என்பது தலைப்பு ஒழுங்கின் வளர்ச்சியாகும். தலைப்பு ஒழுங்கில் அமையும் பாடத் தலைப்புகள் இன்னும் வரையறைப்படுத்தி இத்திட்டத்தில் ஒழுங்கு படுத்தப்பெறுகின்றன. ஒவ்வோர் அலகும் தன்னேக்கச் செயல் திட்டங்களுடன் எளிதில் இணைக்கவல்லதாக இருப்பதால் இத் திட்டத்தில் பல நன்மைகள் இருப்பதாக முறை வல்லார் கருதுகின்றனர். எடுத்துக்காட்டுகளாக ஒரு சில 'அலகுகளை' ஈண்டுத் தருவோம்.

மனிதன் எவ்வாறு உணவைத் தயாரிக்கின்றான் ?

மனிதன் எவ்வாறு வீடு குடியிருப்பு வசதிகளைச் செய்து கொள்ளுகின்றான் ?

மனிதன் எவ்வாறு தொற்றுநோய்களிலிருந்து காத்துக் கொள்ளுகின்றான் ?

மின்னாற்றல் எவ்வாறு பெறப்பட்டுப் பயன்படுத்தப் பெறுகின்றது ?

போக்குவரவு சாதனங்களுக்கு எவ்வாறு மின்னாற்றல் பயன் படுத்தப்பெறுகின்றது ?

இத்தகைய ஒவ்வோர் அலகும் மிக விரிந்த நிலையில் உள்ளது ; ஒவ்வொன்றிலும் பல செய்திகளை அடக்கலாம். வகுப்பில் கலந்தாய்தல் மூலம் இந்த அலகுகளைப் பல்வேறு சிறிய அலகுகளாகக் கூறுபடுத்திக் கொள்ளலாம் ; கொள்ள முடியும். எடுத்துக்காட்டாக "மனிதன் எரி பொருள்களிலிருந்து கிடைக்கும் ஆற்றலை எவ்வாறு பெற்று அதைத்

தனது நலன்களுக்குப் பயன்படுத்திக்கொள்ளுகின்றான் ?" என்ற அலகு இவ்வாறு சிறிய அலகுகளாகக் கூறுபடும் :

பொருள்கள் எரியும்பொழுது என்ன நேரிடுகின்றது ?
நாம் முக்கிய எரி பொருள்களை எவ்வாறு அடைகின்றோம் ?
எரிதலால் வெளியாக்கப்பெறும் வெப்ப ஆற்றல் எவ்வாறு ஒழுங்குபடுத்தப்பெற்றுப் பயனாக்கப்பெறுகின்றது ?
நமக்குக் கிடைக்கும் எரி பொருள்களை எவ்வாறு பாதுகாக்கின்றோம் ?
அழிக்கும் நெருப்புகள் எவ்வாறு கட்டுப்படுத்தப் பெறுகின்றன ?

இந்தச் சிறிய அலகுகள் ஒவ்வொன்றும் தனித் தனியாக விரிவாக ஆராயப்பெறும். இதனால் ஏற்படும் நன்மைகள் அங்கையின் நெல்லியாம். பெரும்பாலும் கீழ் வகுப்புகளில் இத்திட்டத்தை மிக நன்றாகக் கையாளலாம்.

மாணாக்கர்களின் மனவளர்ச்சிக் கேற்றவாறு அமைத்தல் : மாணாக்கர்களை விளையாட்டு மைதானத்தில் உற்று நோக்குவோர் சில மெய்ம்மைகளை அறிதல் கூடும். அவர்கள் ஒரே விளையாட்டைச் சில நாட்கள் தொடர்ந்து விளையாடுவர் ; பிறகு வேறொரு விளையாட்டை மேற்கொண்டு விளையாடுவர். இதிலிருந்து குழந்தைகளின் கவனம் நீண்ட நாட்கள் ஒரே பொருளில் நீடித்திராது என்பது பெறப்படும். எனவே, பாடத்திட்டத்தை அமைக்கும்பொழுது பாடப்பொருள்களைச் சிறு சிறு பகுதிகளாகப் பிரித்து அமைத்தல் சாலப் பயன்தரும் என்பது புலனாகின்றது. அப்படிச் செய்தால்தான் குழந்தைகளின் கவர்ச்சிகளைச் சிறிது காலம் தொடர்ந்து நிலைநிறுத்தலாம். எனவே, பாடத்திட்டத்தை அமைக்கும்பொழுது மாணாக்கர்கள் மனவளர்ச்சியையும் கருதுதல் வேண்டும். சிறுவர்களிடமும் சற்று வளர்ந்த நிலையிலுள்ளவர்களிடமும் காணப்பெறும் கவர்ச்சிகளில் பல படிகள் உள. **வொயிட் ஹெட்** என்ற அறிஞர் அவற்றைக் கற்பனை நிலை, வரையறை நிலை, விதிகாணல் நிலை என்று பெயரிட்டு வழங்குவர். **சர், பெர்சி நண்** என்பார் வியத்தல் நிலை, பயன்படுத்தும் நிலை, காரண காரிய நிலை என்ற படிகளைக் குறிப்பிடுகின்றார். ஒரு பொருளைப்பற்றி வியப்பு தோன்றும்பொழுதுதான் கவர்ச்சி பிறக்கின்றது. பின்னர் அப் புதிய பொருளின் பயனைக் குறித்து ஆராய்ச்சி தொடங்கும். அதன் பிறகு அதனைப்பற்றிய விவரங்களைத் தெளிவாக அறிந்துகொள்ள வேண்டும் என்ற நிலை ஏற்படும். இன்னும் சிறிது காலத்திற்குப் பிறகு புதிய அறிவைப் பழைய அறிவுடன் இணைத்தலும், சிறப்புப் பகுதியிலிருந்து பொதுக்கருத்தைப் பார்க்கும் ஆற்றல் கைவரப் பெறுதலும், காரணகாரியத் தொடர்புகொள்ள முயற்சி எடுத்தலும் மாணாக்கனிடம் தோன்றும். ஒரே வயதுள்ள பலரிடம் இக்கவர்ச்சிகள்

யாவும் ஒரே அளவுடன் எழுவதில்லை ; ஒருவரிடமும் பல நிலைகளில் அவ்வாறு காணப்படுவதில்லை நிறைமதியுள்ள மாணுக்கர்கள்தாம் காரணகாரிய ஒழுங்கை விரும்புவர் ; பிறகுதான் அவர்கள் தனிப்பட்ட துறைகளில் நாட்டம் செலுத்துவர். இளஞ்சிறுர்களிடம் கவர்ச்சிகளைத் தோற்றுவிக்க வேண்டுமானுல், அவர்களின் வியப்புணர்வுக்கு முறையீடு செய்தல் வேண்டும் ; அவர்களின் திரட்டூக்கத்தைச் செயற்படச் செய்தல் வேண்டும் ; பயனுள்ள காரியங்களைச் செய்தலில் ஆவலைத் தூண்டிவிடல் வேண்டும். வளர்ந்தவர் நாடும் காரணகாரிய முறையிலோ தேர்வில் வெற்றியடைதலிலோ அவர்கட்குச் சிறிதும் நாட்டம் இராது.

மேற்கூறிய கருத்துகளை நினைவில் வைத்துப் பாடத்திட்டங்களை உருவாக்குதல் வேண்டும். வியத்தகு செயல்களையும், மனத்தைக் கவரக்கூடிய பொருள்களையும் காணவல்ல பாடப் பகுதிகளைத் தொடக்க நிலையில் கற்குமாறு வாய்ப்புகளை நல்கினுல் அறிவியல், கடுஞ் செயலையும் தீவிரச் செயலையும் கொண்டதொரு துறை என்ற மனப்பான்மை அவர்களிடம் அமையும். எனவே, சரியான திட்டமான அளத்தல் முறைகளைக் கொண்ட பகுதிகள் தொடக்கநிலைப் பள்ளி மாணுக்கர்கட்குச் சிறிதும் பொருந்தா ; அன்றியும், அவை அவர்களின் உற்சாகத்தைக் குலைக்கவும் கூடும். நாளடைவில் அவர்கள் தம் அறிவைத் தெளிவாகவும் திட்டமாகவும் வளர்த்துக்கொள்ளத் தாமாகவே, முனைவர். சமூகத்தைப்பற்றி அவர்கள் பெறும் அறிவும், தொழில் துறைகளில் அவர்கள் கொள்ளும் கவர்ச்சிகளும் அவர்களைத் தமக்கும் சமூகத்திற்கும் பயன்படும் பொருள்களைக் கற்றலில் கொண்டு செலுத்தும். இந்த நிலையில்தான் முன்னர்க் கூறிய அலகுத்திட்டம் நன்முறையில் இயங்கும் ; முன்குமரப் பருவநிலை மாணுக்கர்களின் உற்சாகமும் பயன்படு முறையில் கொண்டுசெலுத்தப்பெறும் ; அவர்களிடம் பிறக்கும் கவர்ச்சிகளும் நிலைத்த தன்மையை அடையும்.

செயல்முறைத் திட்டத்தையும் கொள்கைகளைக் கற்பிக்கும் திட்டத்தையும் இணைத்தல் : பாடத் திட்டத்தை உருவாக்கும் ஆசிரியர் இப்பிரச்சினையை நினைவில் கொள்ளல் வேண்டும். வகுப்பில் கொள்கைகளைக் கற்பித்தலும் ஆய்வகத்தில் செய்து கற்றலும் மிக நெருங்கிய முறையில் இணைந்து சென்றுல்தான் கற்போருக்கு உண்மையான அறிவு உண்டாகும் ; கற்பனவற்றில் தெளிவும் பிறக்கும். வெறும் கொள்கைகளைப் படித்துக்கொண்டு செல்வதாலும் பயன் இல்லை ; சோதனை செய்வதன் நோக்கங்களையே அறியாது அவற்றைச் செய்தலாலும் பயன் இல்லை. இது நடைமுறையில் தொல்லையை அளிக்கும். இரண்டும் இணைந்து செல்லுமாறு அமைப்பதில் பல சிரமங்கள் உள. எடுத்துக்காட்டாக, வேதியியலில் பருமனறி பகுப்புச் சோதனைகள் செய்வதும் அதுபற்றிய கொள்கைகள் கற்பித்தலும் இணைந்து செல்ல இயலாது. முன்னதற்கு அதிகக் காலம் வேண்டும்;

பின்னதற்குக் குறைந்த காலம் போதும். எனினும், ஓரளவு அவை இணைந்து செல்லுமாறு சரிக்கட்டிவிடலாம். செயல் முறைத் திட்டத்திற்கும் கொள்கைகளைக் கற்கும் திட்டத்திற்கும் சிறிதும் பொருந்தாத பண்பறி பகுப்புப்பற்றிய சோதனைகளைக் கொண்ட பழைய நாள் திட்டம் போன்ற பாடத்திட்டங்களால் சிறிதும் பயன் விளையாது.

கல்லூரிகளில் உயர்நிலை அறிவியல் பயிலும் மாணக்கர்களுக்கு அமைக்கப்பெறும் பாடத்திட்டங்களில் இவ்வித இணைப்பு நடை முறைக்கு ஒத்து வராது. செயல்முறைத் திட்டமும் கொள்கைகளைக் கற்கும் திட்டமும் தனித்தனியாகவே இயங்கிக்கொண்டிருக்கும். எனினும், நன்குகச் சிந்தித்துத் திட்டங்களை வகுத்தால் சில பகுதிகளிலாவது இயன்றவரை இரண்டு திட்டங்களும் இணைந்து செல்லுமாறு அமைத்துக்கொள்ளல் முடியும்.

மேலே கூறப்பட்ட முறைகளில்தாம் பாடப்பொருள்களை அமைக்க வேண்டும் என்ற கட்டாய நிபந்தனை ஒன்றுமில்லை ; அவை ஒவ்வொன்றும் தனித்தனி என்றோ, ஒன்றோடொன்று பொருந்தா என்றோ கருதுதல் கூடாது. ஒவ்வொரு முறையும் முடிவான பாடத் திட்டத்தை வரையறுப்பதில் பெருந்துணை புரியும் ; ஒவ்வொரு முறையிலும் சில சில கூறுகளை மேற்கொண்டால்தான் சிறந்ததொரு பாடத்திட்டத்தை அமைக்கலாம்.

சிறந்த பாடத்திட்டம் : சிறந்த பாடத்திட்டம் எது ? இதற்குச் சரியான விடை காண்பது அரிது. ஒன்றோடொன்று சரியாகப் பொருந்தாத பல பொருள்களைத் தேவைக்கேற்றவாறு இணைத்து உருவாக்கப்பெற்ற பாடத்திட்டமே சிறந்தது என்று கூறலாம். சிறந்த பாடத்திட்டத்தை அமைப்பதற்குக் கீழ்க்கண்ட முறையை மேற் கொள்ளலாம்.

உயிரியல் பகுதிகளில், பௌதிக இயல் பகுதிகளிலிருப்பது போல், நெருங்கிய காரணகாரியத் தொடர்பு இல்லை. பௌதிக, வேதியியல் களிலுள்ள விதிகளையும் எடுத்துக்காட்டுகளையும் பொறுக்கி எடுத்து அவற்றை, அவை ஒன்றோடொன்று பொருந்தும் முறையில் வரிசைப் படுத்துதல்வேண்டும். பிறகு, இடத்திற்கேற்றவாறு உயிரியல் பகுதி களிலுள்ள பொருள்களை அவற்றுடன் இணைக்கலாம். உயிரியல் பகுதிகளை ஓர் ஆண்டில் எல்லாப் பருவங்களிலும் பயனுள்ள முறையில் கற்றல் இயலாத தொன்றுதலின், அவற்றைப் பாடத்திட்டத்தில் பரவலாக இணைத்தல் வேண்டும். இதிலிருந்து பௌதிக இயல் பகுதிகள்தாம் முக்கியம், உயிரியற் பகுதிகள் அத்துணை முக்கியமன்று என்று கருதுதல் தவறு. உயிரியல் பகுதிகளை எப்படி வேண்டுமானாலும் அமைத்துக்கொள்ளலாம், அமைத்துக்கொள்ளுதல் முடியும் என்பதற் காகவே இம்முறையை மேற்கொள்ளுதல் வேண்டும் என்பதை நினைவிலிருத்தல் வேண்டும்.

தனிப்பட்டோரின் உரிமைகளையும் சமூகஒழுங்கையும் ஒட்டிய தேவைகளை நிறைவு செய்வதென்பது சிறந்த அரசியல் வல்லுநரால் நிறைவேற்றக் கூடியதொன்று. அனைத்தையும் ஓர் அரசியல் வல்லுநர்தான் மனநிறைவுகொள்ளும் முறையில் இணைத்துக்காட்டல் முடியும். அது போலவே, பல்வேறு சமூகப் பிரிவுகளிலிருந்தும் சூழ்நிலைகளிலிருந்தும் வரும் குழந்தைகளின் மனநிலைக்கேற்றவாறும், பின்னர் அவர்கள் அமைத்துக்கொள்ளும் வாழ்க்கையை யொட்டியும் அறிவியல் பாடத் திட்டம் வகுப்பதென்பது சிறந்த கல்வி அறிஞர்களால் செய்யப்படக் கூடியது. சிறந்த கல்வியும், நிறைந்த பட்டறிவும், ஆழ்ந்து சிந்திக்கும் ஆற்றலும் பெற்றுள்ள அறிவியல் ஆசிரியர்கள்தாம் சிறந்ததொரு பாடத் திட்டத்தை நன்முறையில் உருவாக்கல் முடியும். அங்ஙனம் உருவாக்கப் பெற்ற எத்திட்டத்தையும் முடிந்த முடிபாகக் கொள்ளல் முடியாது. எல்லாம் அறிந்தவர்கள் எக்காலத்திலும் இருந்ததில்லை. நம் குறைவுபட்ட மதியை நாம் ஒப்புக்கொள்ளத்தான் வேண்டும். ஒரு பாடத் திட்டம் எப்பொழுது யாரால் உருவாக்கப்பெற்றாலும் அதில் சில இடைவெளிகள்—குறைகள்—இருக்கத்தான் செய்யும். அவற்றை ஆசிரியர்கள் பரிசீலனை செய்து உணர்தல் வேண்டும்.

இவ்வாறு உருவான பாடத்திட்டம் நடைமுறையில் மேற்கொள்ளப்பெறுங்கால், கற்பிக்கும் ஆசிரியர்களால் அது மிகவும் பாதிக்கப்பெறும். பாடத்திட்டம் வெற்றிகரமாகப் பலனளிப்பதெல்லாம் கற்பிக்கும் ஆசிரியர்களைப் பொறுத்தது. அவர்கள் கற்பிப்பதில் மேற்கொள்ளும் உற்சாகத்திற்கேற்றவாறு பலனின் தரமும் அமையும். ஆசிரியர்களால்தாம் மாணாக்கர்கள் மனத்தில் என்றும் நிலைக்கக்கூடிய பதிவுகளை உண்டாக்க இயலும்.

5. அறிவியல் முறை

பயிற்றும் முறைகளின் நோக்கம் : அறிவியல் பயிற்றும் நோக்கங்களை மனத்திற்கொண்டு எவற்றைக் கற்பித்தல் வேண்டும் ? ஏன் கற்பித்தல் வேண்டும் ? என்று சிந்திக்கும் ஆசிரியர் கற்பித்தலை மேற் கொள்ளுகின்றார். கற்பிக்கும் நோக்கங்கள் யாவற்றையும் நிறைவு பெறச் செய்தல் அவரது கடமையாகும். ஒவ்வொரு நோக்கமும் ஒவ்வொரு முறையால்தான் நிறைவேறும். பணியை மேற்கொண்ட ஒரு சில மாதங்களில் பின்னர்க் குறிப்பிடப்பெறும் விரிவுரை முறை, செய்துகாட்டல் முறை, சோதனைச்சாலை முறை முதலிய முறைகளை மேற்கொள்ளல்கூடும் ; அறிவியல் கழகங்களை நிறுவுதல் கூடும்; கல்விச் செலவுகளை மேற்கொள்ளல்கூடும் ; பொருட்காட்சிச் சாலைகளை ஏற்படுத்தக் கூடும். இன்னும் இன்னோரன்ன பிற உபாயங்களை யெல்லாம் மேற்கொண்டு, கற்பித்தலில் தொடர்ந்து பணியாற்றலாம். எந்த முறைகளை மேற்கொண்டாலும் அவை யாவும் அறிவியலைப் புரிந்து கொள்ளுவதில்தான் கொண்டுசெலுத்தும் ; இறுதி நோக்கமும் அது வாகத்தானே இருத்தல்வேண்டும்? ஆங்கிலத்தில் 'சயன்ஸ்' என்று குறிப் பிடப்பெறும் 'அறிவியல்' என்பது யாது ?

அறிவியல் - விளக்கம் : 'சயன்ஸ்' என்ற சொல் 'அறிவு' எனப் பொருள்படும் கிரேக்கச் சொல்லிலிருந்து பிறந்ததாகும். இன்று அச் சொல் இந்த அகிலத்தைப்பற்றியும் அதிலுள்ள பொருள்களைப் பற்றியும் அறியும் அறிவு என்ற பொருளில் வழங்கப்படுகின்றது. ஒன்றிலிருந்து பிறிதொன்றைப் பிரித்தறியும்பொருட்டு விலங்கியல், வானநூல், வேதியியல் என்பன போன்று, அறிவியல் பல வகையாகப் பிரித்து வழங்கப்பெறுகின்றது. ஒவ்வொரு துறையும் பொருளில் வேறுபடினும், முறையில் எல்லாம் ஒன்றேதான் : பல நூற்றாண்டு களாக இந்த அகிலத்தைப்பற்றி அறிந்துகொள்ளும் முறையையே அஃது உணர்த்துகின்றது : தனிப்பட்ட முறையில் அறிந்துகொள்ளும் முறையே 'அறிவியல்' என்று கூறினும் பொருந்தும். எனவே, உண்மையான அறிவைத் திரட்டும் முறையே 'அறிவியல்' என்று வழங்கப்படுகின்றது. [1]

1. Science is a method of obtaining true knowledge.

அறிவியல் முறையின் மூன்று நிலைகள் : அறிவியலைப் பயில்வதால் அறிவியல் முறையில் பயிற்சியினைப் பெறுவதாக முன்னர்க் குறிப்பிட்டோம்[1]. அறிவியல் முறை என்பது யாது? ஈண்டு அதைச் சற்று விரிவாக ஆய்வோம். அறிவியல் முறையில் பல படிகள் உள்ளன. அவை யாவும் ஒரு காலத்தில் ஒருவரால் கண்டறியப்பெற்றவை அல்ல. அறிவியல் வரலாற்றைப் படித்தால் இம்மெய்ம்மை நன்கு புலனாகும். அறிவியல் முறையின் வரலாற்றைப் பற்றியே பல நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன[2]. கூர்ந்து நோக்கினால் அறிவியல் முறை வளர்ச்சியில் மூன்று நிலைகளைக் காணலாம்.

முதல் நிலை : அரிஸ்டாட்டிலும் (கி. மு. 384-322) ஃபிரான்சிஸ் **பேக்கன்** என்பாரும் (கி. பி. 1561-1628) கண்ட முறைகள்தாம் இந்நிலையில் உள்ளவை. இந்நிலையை 'உற்று நோக்கல் முறை' என்றும் கூறலாம். தொடங்கும் நிலை தெளிவாகவும் பிரச்சினை எளிதாகவும் இருத்தல் வேண்டும். குழந்தைகளுக்கு இந்நிலை மிகவும் ஏற்றது.

இரண்டாம் நிலை : இது **கலிலியோ** (கி. பி. 1564—1642) கண்ட முறையாகும். இதை 'முயற்சி முறை' (Method of Trial) என்றும் வழங்கலாம். இந்நிலையில் பிரச்சினையைத் தெளிவாகவும் எளிதாகவும் கூறி, அதைப் பரிசிலனை செய்தல் வேண்டும். ஒரு சில விடைகளை ஏற்றுக்கொண்டு அவற்றை மீண்டும் சோதித்தல் வேண்டும். முடிந்தால் அவ்விடையைப் பிறிதொரு செயலிலும் பொருத்திப் பார்க்கச் செய்யலாம்.

மூன்றும் நிலை : முதல் இரண்டு நிலைகளும் பயன்படாதபொழுது இந்நிலையை மேற்கொள்ளலாம். இது **சர் ஐசக் நியூட்டன்** (கி. பி. 1642—1727) கண்ட முறையாகும். இதை 'அனுமானங்களைச் சோதிக்கும் முறை' என்றும் வழங்குவர். இம்முறைப்படி மாணாக்கர்கள் பிரச்சினைக்குத் தொடர்புள்ள தகவல்களைத் திரட்டுவர்; அவற்றிலிருந்து சில விடைகளைக் கண்டு, மிக முக்கியமானவற்றைப் பொறுக்கி யெடுப்பர்; அவ்விடைகள் சரியானவையாக இருந்தால் அவற்றின் விளைவுகளை முன்னதாகவே இப்படியிருக்கலாம் என்று கூறுவர்; இறுதியாக அனுமானங்களைச் சோதனைகள் மூலம் பரிசீலிப்பர்; முடிந்தால் சரியான விடைகளைப் பிறிதொரு செயலிலும் பொருத்திப் பார்ப்பர்.

இனி, மூன்று நிலைகளாக வளர்ந்த அறிவியல் முறையைச் சற்று விரிவாக விளக்குவோம். ஆராய்ச்சிக்கு எடுத்துக்கொள்ளும் பொருளை ஒரு பிரச்சினையாகக் கூறுவதே அறிவியல் முறையின் முதற்படியாகும்.

---

1. இந்நூல் பக். 8.
2. Burniston Brown, G : Science : Its method and its philosophy.

1. பிரச்சினைகளை அறிவித்தல் : குழந்தைகள் கவர்ச்சியுடையன வாகவும் ஏதாவது ஒரு குறிப்பிட்ட நோக்கத்தைக் கொண்டனவாகவு முள்ள பிரச்சினைகளையே விரும்புவர். எனவே, பிரச்சினைகளை அறிவித்தலில் மாணுக்கர்களும் பங்கு கொண்டால்தான் இது சாத்தியப் படும். ஆசிரியரும் மாணுக்கர்களும் சேர்ந்து ஓர் ஐக்கிய முறையில் ஒரு குறிப்பிட்ட பாடப்பகுதியிலுள்ள பொருள்களை மாணுக்கர்களின் அறிவு நிலையில் வைத்து ஆராய்ந்து பிரச்சினைகளை அவர்களாகவே காணச்செய்தல் வேண்டும். சில சமயம் ஆசிரியராகவே சில சோதனைகளைக் காட்டல், சில அநுபவங்களைக் கூறல் முதலியவற்றை மேற்கொண்டு மாணுக்கர்களை அவற்றைப்பற்றி விஞக்கள் எழுப்பச் செய்து பிரச்சினைகளைக் காணச் செய்யலாம்.

எடுத்துக்காட்டாக, வீட்டுக்கூரை வேய்வதற்குப் பயன்படும் இரும்புத் தகடுகள் ஏன் துருப்பிடிக்கின்றன என்பதை ஆராயலாம். உலகில் இரும்புத் தகடுகளைக்கொண்டு கூரை வேய்வதில் ஏராளமான பொருட்செலவு ஏற்படுகின்றது அடிக்கடி தகடுகளைப் புதுப்பிப் பதற்குச் செலவிடும் தொகையை வேறு முக்கியமான காரியங்களுக்குப் பயன்படுத்தலாம். தகடுகள் துருப்பிடித்துக் கெட்டுக் கூரைகள் ஒழுகுவதால் பல்வேறு இழப்புகள் நேரிடும். மழை பெய்யுங்கால் வீட்டினுள் இருக்கும் பொருள்கள் கெடும் ; சுவர்களில் ஈரம் தாக்கி அவை விழ நேரிடும் ; துருப்பிடித்த கூரை கண்ணுக்கு அழகாக இராது ; பிறர் இத்தகைய கூரையைக் கண்டால் அவ்வீட்டில் குடியிருப்போரைப்பற்றிக் குறைவாக எண்ணுவர். இவ்வாறு வகுப்பில் உரையாடி மாணுக்கர்களின் கவர்ச்சியைத் தூண்டி பிரச்சினையைக் காணும்படி செய்யலாம்.

பிரச்சினைகள் உருவாகும்பொழுது ஆசிரியர் நல்ல பிரச்சினைகளின் இயல்புகளை மாணுக்கர்களுக்கு உணர்த்துவதற்கு ஏராளமான வாய்ப்புகள் உள. பிரச்சினைகள் மாணுக்கர்களின் அறிவுநிலைக்கு உகந்தனவாக இருத்தல் வேண்டும். அவை 'சுருங்கச் சொல்லி விளங்கவைத்தல்' என்ற பெற்றியுடன் அமைதல் வேண்டும். ஒரே பிரச்சினையில் எல்லாச் செய்திகளையும் அடக்குதல் கூடாது ; ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியை மட்டிலும் கூறும்படியாக அமைதல்தான் சாலச் சிறப்புடைத்து. பிரச்சினைகள் கைவசமுள்ள கருவிகரணங்களைக் கொண்டே முடிவு காணக்கூடியனவாகவும் அமைதல் வேண்டும் ; அவை மாணுக்கர்களுக்கு உடனே பயன் நல்குவனவாக அமையின் நன்று. இத்தகைய கூறுகளைத் தெளிவாக அறிந்த பிறகு பிரச்சினைகளை எளிய இனிய மொழியில் சுருங்கிய முறையில் கூறச்செய்தல் வேண்டும்.

கையாளப்பெறும் மொழி : அறிவியல் துறையில் கையாளப் பெறும் மொழி தெளிவானதாக இருத்தல் வேண்டும். அறிவியல்

மெய்ம்மைகளை உணர்த்தும் கலைச்சொற்கள் திட்டமானவையாக இருக்கும்: ஒரு வரையறையுடன் அவை வழங்கப்பெறும். அறிவியலைப் பயில்வோர் பல்வேறு வரையறைகளைக் கற்க நேரிடும். இவ்வரையறைகளை உண்டாக்கும் முறைகளை அவர்கள் அறிந்தாலன்றி, அவர்கட்கு அவற்றால் யாதொரு பயனும் இராது. வரையறைகளை உண்டாக்கும் முறைகளை அறிந்தால்தான் அவை எவ்வாறு தெளிவான சிந்தனைக்குத் துணையாக உள்ளன என்பதை உணர்தல் முடியும். அறிவியல் ஆசிரியர்கள் வரையறைகளையும் கலைச் சொற்களையும் திரும்பத் திரும்பச் சொன்னால் மட்டிலும் போதாது; அவற்றின் உண்மைப் பொருளை நன்கு உணருமாறு செய்தல் வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, மாணாக்கர்கள் தனிமங்களுக்கும் கூட்டுப் பொருள்களுக்கும் உள்ள வேற்றுமைகளை அறியும் பகுதியைக் கற்பதாகக் கொள்வோம். இதற்காக அவர்கள் வேதியியற் சிதைவு, வேதியியற் கூடுகைபற்றிய பல்வேறு சோதனைகளைச் செய்வர். இதற்கு முன்பதாக அவர்கள் 'தனிமம்', 'கூட்டுப் பொருள்' என்பனவற்றின் இலக்கணங்களை அறிய வேண்டும் என்பதில்லை. சோதனைகளுக்குப் பின்னர் வரையறைகளை உண்டாக்கும் முறைகளை அறிதல் சிறப்பாகும். ஆசிரியர் முதலில் சிமைச் சுண்ணும்பு, மெர்க்குரிக ஆக்ஸைடு போன்ற பொருள்களுக்கும், கார்பன், தாமிரம், ஆக்ஸிஜன் போன்ற பொருள்களுக்கும் உள்ள வேற்றுமைகளைக் கூறலாம். பிறகு மாணாக்கர்களையே வரையறைகளை உண்டாக்கச் சொல்லலாம். அவர்கள் கூறும் வரையறைகள் திட்டமானவையாகவும் போதுமானவையாகவும் இரா; அவ்வாறு இருந்தாலும் அவற்றைத் தற்காலிகமாக ஏற்றுக்கொண்டு பல வினாக்களாலும் திறனாய்வு முறைகளாலும் சரியானவையாக மாற்றுதல் வேண்டும். கொள்ளவேண்டிய எல்லாவற்றிற்கும் தள்ளவேண்டிய அனைத்திற்கும் பொருந்துமாறு சொற்பொருள் அமைதலே சரியான வரையறையாகும் என்பதை மாணாக்கர்கள் தெளிவாக உணரச்செய்தல் வேண்டும். வரையறை இனிய, எளிய, தெளிவான மொழியில் அமைந்தால்தான் சொற்களின் பொருள் சரியாக வரையறைப்படும். இவ்வாறு மாணாக்கர்களுக்குப் பயிற்சி யளிப்பதால் காலச் செலவு ஏற்படினும் நிறைந்த பயன் உண்டாகும் என்பதற்கு ஐயமில்லை. அன்றாட வாழ்க்கையில் குறுக்கிடும் அரசியல், பொருளியல், சமூக இயல்பற்றிய பிரச்சினைகளையும் இவ்வாறு தெளிவாக வரையறை செய்தல் பெரும் பயன் விளைக்கும் என்பதையும் மாணாக்கர்கள் அறியும்படி செய்தல் அறிவியல் ஆசிரியர்களின் கடமையாகும்.

இவ்வாறு செலவிடப்பெறும் பாடவேளையை மிகவும் பயனுள்ளதாகக் கருதலாம். மாணாக்கர்களைத் தம் புலன்களை நன்கு பயன்படுத்துமாறு கூறியும், தாம் கண்டனவற்றைப் பகுத்துப் பார்க்குமாறு

ஏவியும், தெரியாதனவற்றைத் தன்னை வினவித் தெரிந்துகொள்ளும்படி செப்பியும், தம் சூழ்நிலைகளில் காணும் பொருள்களைப்பற்றியும் அநுபவங்களைப்பற்றியும் நன்கு சிந்திக்குமாறு தூண்டியும் இப் பாடவேளையைப் பயனுள்ளதாக்கலாம்.

பிரச்சினைகளைத் தேர்ந்தெடுத்து அவற்றைத் தெளிவாகக் கூறிய பிறகு அவற்றிற்கு விடை காண்பதில் கருத்தினைச் செலுத்த வேண்டும்.

2. பிரச்சினைகளைப் பாகுபாடு செய்தல் : எடுத்துக்கொண்ட பிரச்சினையைத் தெளிவாகக் கூறிய பிறகு, அதைச் சிறு சிறு பகுதிகளாகப் பிரித்துக்கொண்டு ஒவ்வொன்றையும் தனித்தனியாக ஆராயலாம். அவ்வாராய்ச்சி, பிரச்சினை முழுவதற்கும் தீர்வுகாணத் துணையாக இருக்கும். மேற்காட்டிய 'இரும்புத் தகடு துருப்பிடித்தல்' பிரச்சினையை இவ்வாறு கூறுபடுத்தலாம் :

(1) சதா குளிர் காலம் இருப்பதால் துருப்பிடிக்கின்றதா ? அன்றி, சதா வெயில் அடிப்பதால் துரு ஏறுகின்றதா ?

(2) வெப்பமான இடங்களில் துரு விரைவாக ஏறுகின்றதா ? அன்றி, தட்பமான இடங்களிலா ?

(3) வேறு உலோகத் தகடுகள் கிடைக்குமா ? அவற்றிலும் துரு ஏறுகின்றதா ?

(4) இரும்பிற்கும் துருவிற்கும் என்ன வேற்றுமை ?

(5) இரும்புத் தகடாலான கூரைகளுக்கு வண்ணம் பூசப் படுகிறதே, அதனால் யாதேனும் பயன் உண்டா? அல்லது வனப்பின் பொருட்டாக மட்டிலுமா ?

(6) இரும்புத் தகட்டின் எப்பாகத்தில் முதன் முதலாகத் துரு ஏறுகின்றது ?

3. பிரச்சினைக்குரிய விடைகளின் தொடர்பான தகவல்களைத் திரட்டுதல் : பிரச்சினைகளைத் தீர்க்கும் முக்கியமான படிகளில் இது மிகவும் சிறப்பான படியாகும். மேலே எழுப்பியவை போன்ற வினாக்களை நன்கு பரிசீலனை செய்து அவற்றிற்கு இறுக்கப்பெறும் விடைகளையும் ஒரு திட்டமான முறையில் நன்கு ஆராய்தல் வேண்டும். இவ்வாறு எடுகோள்களையும் பிற தகவல்களையும் திரட்டுவதற்கு எல்லையே இல்லை. ஆய்வகம், பள்ளியில் பிற பகுதிகள், விளையாட்டு மைதானம், வீடு, உள்ளூர், வெளியூர் முதலிய இடங்களில் பெறும் அநுபவம் இதற்குத் துணைபுரிதல் கூடும். பல நூல்களைப் படிப்பவர்கள், கூர்ந்து நோக்கும் திறனுள்ளவர்கள் பிறரைவிடப் பல செய்திகளைத் திரட்டுதல் கூடும்.

இந்நிலையில் பயன்படும் அடிப்படைத் திறன்களைப் பின்வருமாறு தொகுத்துக் கூறலாம் :

(1) நூலகத்திலுள்ள நூல்கள், மேற்கோள் நூல்கள், பருவ வெளியீடுகள் முதலியவற்றைச் சிறந்த முறையில் பயன்படுத்தத் தெரிதல் ;

(2) நூலிலுள்ள உள்ளுறை, இயல் தலைப்புகள், குறிப்புப் பொருளகராதி, திரி சொல்லகராதி, வேறு பின்னிணைப்புகள் முதலியவற்றை நன்முறையில் கையாளத் தெரிதல்;

(3) நூல்களில் காண்பனவற்றைப் படித்துப் பொருளுணர்தல், கலைச்சொற்களறிவு பெறுதல், படித்த கருத்தைத் தெளிவாகக் கூறும் திறன், படிக்கும் திறனை வளர்த்தல் போன்றவற்றால் சரியான தகவல்களைச் சேர்த்தல்;

(4) சோதனைகளால் தகவல்களைச் சேர்த்தல் : கூர்ந்து நோக்கும் திறன், சோதனைகளிலுள்ள கூறுகளை உணரும் திறன், அவற்றில் நிலையாகவுள்ள கூறுகளைக் காணும் திறன், சோதனைகளைச் செய்யும் பல்வேறு திறன்கள், துணைக் கருவிகளைக் கையாளும் திறன் முதலியவை இதற்குப் பெருந்துணையாக இருக்கும்;

(5) பிற துறை மக்களையும் அறிஞர்களையும் சந்தித்துப் பேசுவதாலும், அவர்களுடன் கலந்து ஆய்வதாலும் செய்திகளை அறிதல்.

(6) பேசும் படங்கள், நிழற்படங்கள் முதலியவற்றைப் பார்ப்பதால் எடுகோள்களை அறிதல்.

எனவே, "கண்டு, கேட்டு, உண்டு, உயிர்த்து உற்றறியும்"[1] புலன்களால் பெறும் அறிவைவிட, அப்புலன்களின் திறன்களைப் பன்மடங்கு பெருக்கிக் காட்டவல்ல, ஒலிபெருக்கி, உருப்பெருக்கி, தொலை நோக்கி முதலிய கருவிகளைக்கொண்டு அறியும் அறிவு சரியாக இருக்கும் ; இம் முறையில் அடையும் எடுகோள்களில் பிழைகள் நேரிடா. அளவை முறைகளை மேற்கொள்ளும்பொழுது மிகச் சிக்கலான அமைப்புகளைக் கொண்ட திரவ மட்டமானி, நிறமாலைமானி, கோளமானி முதலிய கருவிகளைக் கையாளலாம். இவ்வாறு காணமுடியாத பிற செய்திகளை ஏற்ற சோதனைகளால் அறியலாம். சோதனைச்சாலை என்பது வெளியுலகத்தில் காணும் நிகழ்ச்சிகளை மிகச் சிறிய அளவில் கட்டுப்பாட்டுக்கடங்கிய சூழ்நிலையில் உண்டாக்கும் இடமாகும். மேலே கூறிய எடுத்துக்காட்டிற்கு மீண்டும் வருவோம். ஒரு பெரிய கூரை வேயும் இரும்புத் தகட்டைச் சோதனைச்சாலைக்குக் கொண்டு வருவதென்பது இயலாத செயல் ; பெரும் பொருட்செலவையும் ஏற்படுத்தும். ஆனால் ஒரு பெரிய தகட்டில் வெட்டியெடுக்கப்பெற்ற ஒரு சிறு துண்டோ, அல்லது வீடு கட்டும் இடங்களில் உதவாதென்று தள்ளுபடி செய்யப் பெற்றுக் கிடக்கும் ஒரு சிறு துண்டோ, சோதனைச்சாலை வேலைக்குப் போதுமானது.

1. குறள்—1011.

ஒரு புதிய இரும்புத் தகட்டை உற்றுநோக்கிப் பரிசோதித்தால், அதன் மேற்புறத்தில் பளபளப்பான வரிகளையும் இரேகைகளையும் காணலாம். ஏதாவது ஒரு கூர்மையான உளி அல்லது ஆணியால் மேற்புறத்தைச் சுரண்டினால், வேறோர் உலோக தளத்தைக் காணலாம். இவ்வாறு சுரண்டப்பட்ட துண்டிலுள்ள புதிய உலோக தளத்தை வகுப்பிலுள்ளவர்கள் அனைவரும் காணச்செய்தல் வேண்டும். ஏனெனில், அதில் பிரச்சினைக்குரிய விடைக்குறிப்புப் புலனாதல் கூடும்.

இப்பிரச்சினையில் எழுப்பிய வினாக்களை இவ்வாறு ஆராயலாம்: யாராவது ஒரு மாணாக்கனைக் கட்டடம் கட்டும் பொறியியலாரிடம் அனுப்பி, வண்ணம் பூசுவதால் இரும்புத் தகடு நீடித்து நிற்குமா என அறிந்து வருமாறு செய்தல் வேண்டும். இதைப் பள்ளி நேரத்தில் செய்ய இயலாது. வேறு நேரத்தில்தான் அவ்வேலையை நிறைவேற்றல் வேண்டும். அவ்வகுப்பிலேயே வேறு ஒரு மாணாக்கன், வண்ணம் பூசிய தகட்டாலும் வண்ணம் பூசாத தகட்டாலும் ஒரே காலத்தில் வேயப்பெற்ற இரண்டு கூரைகளை அறிந்திருக்கலாம். அவனை, எது முதலில் கெட்டுப்போகின்றது என்பதற்குச் சான்று யாதேனும் கிடைக்குமா என்பதை அறிந்து வருமாறு ஏவலாம். வெவ்வேறு தட்ப வெப்ப இடங்களிலுள்ள கூரைகளைப்பற்றி அறிந்திருக்கும் மாணாக்கன் இருந்தால் அவனுடைய கருத்தினைக் கூறுமாறு வினவலாம். அப்படியிருக்கும் மாணாக்கனைக் காண்பது அரிது. எனவே, மேலுள்ள துவாரத்தின் வழியாக நீரொழுக்குள்ள கூரையிருந்தால், அதில் துருப்பிடித்தல் விரைவாக நடைபெறுகின்றதா என்று பார்த்து வரும்படி ஏவலாம். அப்படிக் காண வசதிகள் இராவிட்டால், இரும்புத் தகட்டிலிருந்து வெட்டியெடுக்கப்பெற்ற சில துண்டுகளை ஈரமான நிலையிலும், உலர்ந்த நிலையிலும் வைத்திருந்து, துருப்பிடித்தலால் அவற்றில் யாதேனும் மாற்றம் காணப்பெறுகின்றதா என்று சிந்திக்கத் தூண்டலாம். இவ்வாறு சோதனைகளைச் செய்வதில் மாணாக்கர்கள் தூண்டப்பெறல் வேண்டும்.

மூன்று இரும்புத் தகட்டுத் துண்டுகளை எடுத்து, அவற்றுள் ஒன்றை சுரண்டியும், மற்றொன்றில் வண்ணம் பூசியும், பிறிதொன்றை ஒன்றும் செய்யாமலும் நீருள்ள மூன்று சோதனைக் குழாய்களில் போட்டு வைக்கச் செய்தல் வேண்டும். ஏற்கெனவே மாணாக்கர்கள், கொதிக்க வைப்பதால் நீரில் கரைந்துள்ள காற்று வெளியேறும் என்பதை அறிந்திருந்தால் அதைத் திரும்ப நினைவூட்டி, வேறு மூன்று துண்டுகளைக் கொதிக்க வைத்த நீரில் போடச் செய்ய வேண்டும். இந்த ஆறு குழாய்கள் மீதும் பெயர்கள் ஒட்டி அப்படியே ஓரிடத்தில் வைக்கச் செய்தல் வேண்டும்.

இரும்புத் தகட்டைத் தவிர வேறு எந்த உலோகத் தகடுகளாவது கூரை வேயப் பயன்படுத்தப் பெறுகின்றனவா என்று வினவலாம்.

அலுமினியத் தகடுகள், காரீயத் தகடுகள் பயன்படுத்தப்பெறுகின்றன என்பதை மாணுக்கர்களிடமிருந்து வருவிக்கலாம்; அவற்றில் இரும்பைப் போல் துரு ஏறுகின்றனதா ? வேகமாகவா ? மெதுவாகவா ? அன்றி, இல்லையா ? என்று வினவி, அவற்றின் துண்டுகளைக் குளிர்ந்த நீரிலும் கொதித்த நீரிலுமாகப் போட்டு நான்கு சோதனைக் குழாய்களிலும் பெயரொட்டி மற்ருேரிடத்தில் வைக்கச் செய்தல் வேண்டும்.

இவற்றைத் தவிர, இன்னும் வேறு உலோகத் தகடுகள் பயன் படுத்தப்பெறுகின்றனவா என்பதை வினவி, துத்தநாகத் தகடு, தகரம் (பால்பவுடர், ஓவல் முதலிய உணவுப்பொருள், மண்ணெண்ணெய் வைப்பவை) பயன்படுத்தப்பெறுகின்றன என்பதை மாணுக்கர்களிட மிருந்து வருவித்து, அவற்றின் துண்டுகளைக் கொதித்த நீரிலும் குளிர்ந்த நீரிலும் போட்டு வைக்குமாறு ஏவுதல் வேண்டும்.

இந்தச் சோதனைகளின் முடிவுகள், மேலே எழுப்பப்பெற்ற பிரச்சினைக்கு விடை காண உதவுதல் கூடும்.

வெப்ப நாடுகளில் குளிர்நாடுகளைவிட இரும்புத் தகடுகளில் விரைவாகத் துருப் பிடிக்கின்றது என்பதை மாணுக்கர்கள் நேரடியாக அறிய இயலாது. அதற்கேற்ற சோதனைகளையும் சோதனைச்சாலையில் செய்ய இயலாது. எனவே, அவர்கள் வேதியியல் செயல்களை வெப்பம் எவ்வாறு பாதிக்கின்றது என்பதை விளக்கும் பாடம் வரும் வரையிலும் காத்திருத்தல் வேண்டும் ; அன்றி, வெப்பநிலை தாழ்ந்திருக்கும்பொழுது வேதியியல் செயல்கள் மெதுவாகவே நடைபெறும் என்ற மெய்ம்மையை அப்படியே ஏற்றுக்கொள்ளத்தான் வேண்டும்.

யாராவது ஒரு மாணுக்கன் இரும்பு துருப்பிடிக்கும்பொழுது அது காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக்கொள்ளுகின்றது என்று கூறினுல், உடனே அந்தச் சோதனையைச் செய்ய முனைதல் வேண்டும். ஒரு பக்கம் மூடியிருக்கும் ஒரு பெரிய கண்ணுடிக் குழலில் சிறிது நீரை எடுத்துக் குலுக்கியபின் அதை ஊற்றிவிட்டு, அதில் சிறிது இரும்பு அரத்தூள்களைத்தூவினுல் அவை ஈரமான இடத்தில் ஒட்டிக்கொள்ளும். பிறகு அக்குழலைத் தலைகீழாகக் கவிழ்த்து நீருள்ள ஒரு மூக்குக் குவளையில் வைத்துவிட வேண்டும்.

மேற்கூறியவாறு தகவல்களையும் எடுகோள்களையும் சேர்த்த பிறகு அவை சரியானவையா என்பதை உறுதி செய்துகொள்ளல் வேண்டும். உற்றுநோக்குதலும் நாம் கையாளும் சோதனைக் கருவிகளும் சரியாக இருந்தால் அவையும் சரியாக இருக்கும். நாம் எதை அளக்கவேண்டுமோ அதை மட்டிலுந்தான் அளக்கவேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட எடு கோளிற்குத் தொடர்புள்ள எல்லாக் கூறுகளையும் கவனிக்கவேண்டியது அறிவியல் அறிஞனின் கடமை. அவனுடைய அறிவும் அநுபவமும் அனைத்தையும் தரக்கூடும் என்று சொல்ல முடியாது. எல்லாக் கூறுகளை யும் அறிவதுடன் அவற்றின் மாறக்கூடிய கூறுகளையும் தெரிந்திருத்தல்

வேண்டும். எனவே, அறிவியல் சோதனைகளில் ஒரு தடவையில் ஏதாவது ஒரு கூறினை மட்டிலுந்தான் மாற்றல் வேண்டும். அப்படிச் செய்தால் தான் சோதனை முடிவுகளில் ஏதாவது மாற்றம் காணப்பட நேர்ந்தால், எந்த கூறினுல் அது விளைந்தது என்று திட்டமாகக் கூறுதல் முடியும்.

அளவாலும் பண்பாலும் தேவையான அளவு எடுகோள்களைத் திரட்டிய பிறகு, அவற்றை ஆராய்ந்து முடிவு காண்பதில் கவனம் செலுத்துதல் வேண்டும்.

4. தகவல்கள், எடுகோள்கள் விளக்கம் : தகவல்கள், எடுகோள்கள் ஆகியவற்றைக்கொண்டு அநுமானித்தலை மூன்று வகையாக மேற்கொள்ளலாம். அவை : விதிவிளக்கு முறை, விதிவரு முறை, ஒப்புநோக்கு முறை என்பன. எந்த முறையை மேற்கொண்டாலும், அநுமானித்தல் காரண காரிய முறையையொட்டி இருத்தல் வேண்டும். அநுமானித்தலில் மேற்கொள்ளும் செய்திகள் சரியானவையாக இருத்தல் வேண்டும்; அநுமானத்தை விழிப்புடனும் கையாளுதல் வேண்டும்.

கல்வி அறிஞர்கள் மாணாக்கர்களிடம் சிந்தனையை வளர்க்க வேண்டும் என்று விரும்புகின்றனர். எனவே, அறிவியல் கற்பித்தலில் இதைச் சீரிய முறையில் கவனிக்க வேண்டும். சிந்தனை ஆற்றல் என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட திட்டமான திறன் அன்று. அதில் பல்வேறு திறன்களும் வினையாண்மைகளும் அடங்கியுள்ளன. ஆகவே, தகவல்கள் முதலியவற்றைக் கொண்டு சிந்தனையைச் செலுத்தி விளக்கம் தருவதற்கு முன் சிந்தனையைப் பல்வேறு கூறுகளாகப் பகுத்துக்கொண்டு வகுப்புச் சூழ்நிலைகளுக் கேற்றவாறு அவற்றை எவ்வாறு அணுகுதல் வேண்டும் என்பதைக் கருதுதல்வேண்டும். சிந்தனையில் கீழ்க்கண்ட திறன்கள் அடங்கியுள்ளனவாகக் கருதலாம்:

(1) பகுத்துப் பார்க்கும் திறன் ;

(2) நடந்த செயலையும் சங்கற்பத்தையும் வேறுபடுத்தி உணரும் திறன் ;

(3) எடுகோள்களிலுள்ள இயைபுண்மையையும் இயைபின்மையையும் பகுத்தறியும் திறன் ;

(4) எடுகோள்களில் அடிப்படையாகவுள்ள சங்கற்பங்களைக் காணும் திறன் ;

(5) எடுகோள்களைச் சீர்தூக்கி அவற்றில் ஒரு பொதுமை கண்டு விதிகளை உண்டாக்கும் திறன் ;

(6) உற்றுநோக்கிக் கண்டவற்றின் அடிப்படையில் காரணங்களை நிறுவும் திறன் ;

(7) நிறுவிய காரணங்களின் அடிப்படையில் பலன்களை முற்கூறும் திறன் ;

(8) எடுகோள்களின் சரியான தன்மையையும் கணிசத்தையும் வரையறுத்துத் தேறும் திறன்.

மேற்கூறிய பாகுபாட்டை மேற்கொண்டு ஆசிரியர் மாணக்கர்களைச் சிந்தனையில் செலுத்தலாம். மேற்கூறிய 'இரும்புத்தகடு துருப் பிடித்தல்' பிரச்சினையில் செய்யப்பெற்ற சோதனைகளின் எடுகோள்களை இவ்வாறு அமைக்கலாம் :

மாதிரித் துண்டு	குளிர்நீரில் விளைவு	கொதிநீரில் விளைவு
உதவாதென்று தள்ளுபடி செய்யப் பெற்ற இரும்புத் தகடு	துருப்பிடிக்கின்றது	துருப்பிடிக்கவில்லை
சாதாரண இரும்புத் தகடு	ஓரங்களில் துருப்பிடிக்கின்றது	துருப்பிடிக்கவில்லை
வண்ணம் பூசிய இரும்புத் தகடு	துருப்பிடிக்கவில்லை	துருப்பிடிக்கவில்லை
அலுமினியத் தகடு	துருப்பிடிக்கவில்லை	துருப்பிடிக்கவில்லை
காரீயத் தகடு	துருப்பிடிக்கவில்லை	துருப்பிடிக்கவில்லை
துத்தநாகச் சுருள்	துருப்பிடிக்கவில்லை	துருப்பிடிக்கவில்லை
ஈயச் சுருள்	துருப்பிடிக்கவில்லை	துருப்பிடிக்கவில்லை
தகரத் தகடு	ஓரங்களில் துருப்பிடிக்கின்றது	துருப்பிடிக்கவில்லை

சோதனைகளைக் கருத்துடன் ஊன்றிக் கவனித்து அவற்றின் விளைவுகளை மேற்கண்டவாறு கட்டத்தில் பதியச் செய்தல் வேண்டும். இத்தகைய சோதனைகளினுல் உற்றுநோக்குதல், பதிதல், வரிசைப் படுத்துதல், முடிவுகளைத் தேறுதல் முதலியவற்றில் நல்ல பயிற்சி ஏற்படுகின்றது.

பொறியியலார் வண்ணம் பூசிய தகடுகள் நீண்ட நாட்கள் உழைக்கும் என்று கூறியிருப்பார். கூரைத் தகடுகளில் கீறல்கள் விழக்கூடாது என்றும், ஆணி அடிக்கும் துவாரங்கள் குறைவாக இருத்தல் நலம் என்றும் தெரிவித்திருத்தல் கூடும். அச்செய்திகளையும் மேற்காட்டிய சோதனைகளில் அடைந்த எடுகோள்களையும் ஒப்பிட்டு ஆராய்தல் வேண்டும்.

துருப்பிடித்தல் தகட்டின் வெட்டுவாயில் தொடங்குகின்றது என்பதைக் காணலாம். இரும்பு - அரத்தூள்கள் துருப்பிடிக்கின்றன ; குழாயிலும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுவரை நீர் ஏறுகின்றது.

5. **கருதுகோள்கள் :** இதுகாறும் அறிவியல் முறையை ஒரு குறிப்பிட்ட போக்கில் விளக்கினோம். ஆனால், இதுதான் அறிவியல் முறையின் போக்கு என்று கருதுதல் தவறு. சில பிரச்சினைகளைத் தீர்ப்பதற்கு இப் போக்கை மேற்கொள்ளலாம் ; இன்னும் சிலவற்றிற்கு 'கருதுகோள்கள்' என்ற படியை மேற்கொள்ளவும் நேரிடும். இப் படி எடுகோள்களைத் திரட்டும் படிக்கு முற்பட்டதாகும். எனவே, பிரச்சினை அறிவிப்பு, கருதுகோள், எடுகோள்களைத் திரட்டுதல், எடுகோள்களின் விளக்கம், விதிகளை உண்டாக்குதல், விதிகளைப் புதிய செயல்களில் பொருத்திப் பார்த்தல் ஆகியவை அறிவியல் முறையின் படிகளாகும். 'பனி உண்டாதல்'[1] என்ற பிரச்சினையை எடுத்துக்கொண்டு இம்முறை தெளிவாக விளக்கப்பெற்றுள்ளது. அன்பர்கள் அதைப் படித்து உணர்வார்களாக.

கருதுகோளை மேற்கொள்ளும்பொழுது அடியிற் கண்ட திறன்கள் செயற்படும் :

(1) எடுகோள்கள் எடுத்துக்கொண்ட பிரச்சினைக்கு உரியவை தாமா என்று முடிவுகட்டும் திறன் ;

(2) கருதுகோளை ஆக்குவதில் தனித் திறன் ;

(3) கருதுகோளைச் சோதித்தற்குச் சோதனைகளை அறுதியிடும் திறன் ;

(4) கருதுகோளை நம்பகமான வேறு மேற்கோள்களுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும் திறன் ;

(5) புதிதாகக் கிடைக்கும் எடுகோள்கட் கேற்றவாறு கருதுகோளை மாற்றியமைக்கும் திறன்.

வகுப்பில் கற்றலில் நடைமுறையில் பெரும்பாலும் இப் படியை மேற்கொள்வதில்லை ; எடுகோள்களிலிருந்து உடனே முடிவுகாணுதல் மேற்கொள்ளப்பெறுகின்றது. பாடத்திட்டத்திலுள்ள பிரச்சினைகள் மிக எளியனவாகவும் வெளிப்படையாகவும் இருத்தலால் இந் நிலை ஏற்படுகின்றது. உயர்நிலைப் பள்ளிப் பாடத்திட்டத்தில் சில பகுதிகளில் தான் இப் படியை மேற்கொள்ளலாம்.

கருதுகோளை உருவாக்கி அதைச் சோதித்தலில் செயற்படும் திறன்கள் நவீன வாழ்க்கைக்கு மிகவும் இன்றியமையாதவையாகும். இதனால் உயர்நிலைப் பள்ளிகளில் பயிலும் மாணக்கர்கள் பெரும் பயன் எய்துவர். இதனால் பெறும் பயிற்சி வாழ்க்கைத் துறைகளில்

1. Burniston Brown, G : *Science : Its method and its philosophy pp. 122-137.*

பெரிதும் பயன்படும். இம் முறையில் கைவரப்பெறும் திறன் சில பொருள்களைச் சரியான முறையில் முடிவு கட்டுவதற்குத் துணைபுரிதல் கூடும். இன்றைய உலகில் பெரும்பான்மையான இளைஞர்கள் எண்ணிப்பாராமலேயே செயல்களில் இறங்கிவிடுகின்றனர்; தவறான முடிவுகளையும் கொண்டு விடுகின்றனர். 'எண்ணித் துணிக கருமம்' என்ற பொய்யாமொழியாரின் வாக்கை அவர்கள் சிறிதும் கருதுவதில்லை. பெரும்பான்மையான இளைஞர்கள் வாழ்க்கையில் ஏமாற்றங்களையும், தவறான நிலைகளையும் எய்துவதற்கு இப் படியில் சரியான முறையில் பயிற்சி பெறாததுதான் காரணம் என்று கருத வேண்டியுள்ளது.

ஆசிரியர்கள் விழிப்பாகவும் உற்சாகமாகவும் இருந்தால் நடைமுறையிலுள்ள பாடத்திட்டத்தைக் கொண்டே 'அசுவமேத யாகம்' செய்துவிடலாம். வல்லவனுக்குப் புல்லும் ஆயுதமன்றோ? இதனால் இரண்டு பாடவேளையில் கற்பிக்கவேண்டிய பகுதியை இரண்டு வார காலத்தில் கற்பிக்கவும் நேரிடும். காலச் செலவானாலும், அடையும் பயனோ பெரிது; மிகப் பெரிது. ஒரு சில பகுதிகளையாகிலும் இம் முறையில் கற்பிக்க முனையலாம்.

கருதுகோளினைச் சோதிப்பதால் மேலும் எடுகோள்களைத் திரட்டவும் நேரிடலாம். ஒரு தடவைக்கு ஒரு கூற்றினை மாற்றி நிகழ்ச்சிகளைக் கவனித்து எடுகோள்களைக் குறித்துக்கொள்ள வேண்டும்; பிறகு அவற்றைக் கருத்துடன் இனப்படுத்துதல் வேண்டும்.

6. முடிவு காணலும் விதிகளை ஆக்கலும்: கருதுகோள்களைச் சோதித்தலுக்கு அடுத்த படியாகும் இது; அப் படிக்கும் இதற்கும் நிறைந்த தொடர்பு உண்டு. சோதிக்கப்பெற்ற கருதுகோள்தான் அடைய வேண்டிய முடிவு என்றுகூடக் கூறலாம். இப் படியில் கீழ்க்கண்ட திறன்கள் மிகவும் பயன்படக்கூடும்:

(1) கூறும் திறன்;

(2) கருதுகோளையும் பிற சான்றுகளையும் கொண்டு பொது விதிகளின் தகுதியைத் தீர்மானிக்கும் திறன்;

(3) கருதுகோளையும் சோதித்த சான்றுகளையும் கொண்டு விதிகளை நிலைநிறுத்தும் திறன்;

(4) ஒரு குறிப்பிட்ட பொதுவிதியின்கீழ் முடிவுகளை இனப்படுத்தும் திறன்.

வகுப்புச் சூழ்நிலையில், சோதித்த விதியின்கீழ் முடிவுகளை இனப்படுத்துவதில் பயிற்சி தருவதற்கு எத்தனையோ வாய்ப்புகள் உள்ளன. சோதனைகளில் கிடைக்கும் எடுகோள்களை வகுப்பு ஆய்வுக்கு எடுத்துக்கொண்டு அறிவியல் பாடம் நடைபெறல் வேண்டும். அடிக்கடி ஆசிரியர் செய்துகாட்டலை மேற்கொண்டு அதில் கிடைக்கும் சான்றுகளைக் கொண்டு முடிவுகளுக்கு வரலாம். சோதனைகளின்

முடிவுகள் யாவும் விதிகளை ஆக்குவதற்குப் பயன்படும் என்று நினைத்தல் தவறு. பெரும்பாலும் சோதனைகளின் முடிவுகள் ஒரு பொதுவிதிக்கு அரணுகத்தான் அமைதல் கூடும். பெரும்பாலும் ஆசிரியர்கள் சோதனையின் முடிவுகளை இனப்படுத்துவதில்தான் மாணுக்கர்கட்குப் பயிற்சி அளிக்கவேண்டும். ஒரு பொது விதிக்கு அரணுக அமையாத முடிவுகளைப் புதியதொரு விதியை உண்டாக்கு வதற்குப் பயன்படுத்தலாம்.

மேலே குறிப்பிட்ட 'இரும்பு துருப்பிடித்தல்' சோதனைகளிலிருந்து காற்று, துருப்பிடித்தலைத் தூண்டுகின்றது என்பது பெறப்படுகின்றது. இரும்புக்கும் காற்றுக்கும் தொடர்பில்லாது செய்தால் (துரு ஏருத உலோகப் பூச்சால்), அந்த இரும்பு துருப்பிடிப்பதில்லை. கூரை வேய்வதற்குப் பயன்படும் இரும்புத் தகட்டில் கீறல் இருந்தாலும் சரி, வெட்டு வாயில் பூச்சு இல்லாதிருந்தாலும் சரி, அத்தகட்டிற்கு அப் பகுதிகளில் பாதுகாப்பில்லை ; ஆதலால் அப் பகுதிகளில் துரு ஏறுகின்றது. வண்ணம் பூசுதலால் இரும்புத் தகட்டில் காற்று படுவதில்லை. இயன்றவரை தகடுகளில் கீறல்கள் ஏற்படாமலும், ஆணித் துவாரங்களை அதிகமாகப் போடாமலும் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும்.

மேற்கண்ட பரிசோதனைகளில் இத்தகைய முடிவுகளை அடைய லாம் : கூரைவேயும் இரும்புத் தகடுகளைப் பாதுகாப்பதற்காகப் பூச்சு பூசப்பெற்றுள்ளது. இப் பூச்சு வேறு உலோகத்தாலானது. வண்ணம் பூசிய இரும்பில் துரு ஏறுவதில்லை. தண்ணீரும் காற்றும் இருந் தால்தான் துரு ஏறுகின்றது. துருப்பிடித்தலில் காற்றின் ஒரு பகுதி ஏற்றுக்கொள்ளப்படுகின்றது. இரும்புத் தகடுகளில் காற்றுப் படிந்து துருப்பிடிக்கா திருப்பதற்காக வண்ணம் பூசப்படுகின்றது. ஒரு பிரச்சினையைத் தீர்க்க முனையும்பொழுது வேறு விஞக்கள் எழுதல் கூடும். அவற்றிற்கு விடை கண்டபிறகுதான் அடுத்த படியில் இறங்க வேண்டும். ஒவ்வொரு வினவிலும் வினவைப் பாகுபாடு செய்து பரிசிலித்தல், ஏற்ற சோதனைகளை மேற்கொள்ளல், தகவல்களைத் திரட்டி அவற்றிற்கு விளக்கம் காணல் என்ற படிகளை மேற்கொள்ளல் வேண்டும்.

இந்தப் பிரச்சினையில் 'இரும்புத் தகட்டின்மீது பூசப்பெற்ற வேறு உலோகம் யாது ?' என்ற விஞ எழும். உயர்நிலைப் பள்ளி நிலையிலுள்ள மாணுக்கர்களின் திறனுக்கு அப்பாற்பட்டது இஃது எனினும், ஒரு சிலர் துத்தநாகம், ஈயம், காரீயம், அலுமினியம் என்று விடை தரலாம். ஆனல் ஆசிரியர் அந்த உலோகம் துத்தநாகம் என்றும், கூரை வேயப் பயன்படுத்தும் இரும்புத் தகடுகள் 'நாகப்பூச்சிரும்பு' (Galvanized iron) என்று வழங்கப்படுகின்றன என்றும் கூறுதல் வேண்டும். இரும்புத் தகடுகள் மிகத் தூய்மையான நிலையில் உருகும் துத்த

நாகத்தில் எவ்வாறு அமுக்கப்பெற்றுப் பூசப்பெறுகின்றன என்பதை விளக்கலாம். இச்சமயத்தில் ஓவல், பால் பவுடர் முதலிய உணவுப் பொருள்கள் வைக்கப்பெறும் கொள்கலன்கள் யாவும் இரும்புத் தகடுகளால் ஆனவை என்றும், அவற்றின்மீது ஈயம் அல்லது நிக்கல் பூசப்பெற்றுள்ளது என்றும் கூறலாம்.

இவ்வாறு வினக்கள், சோதனைகள், பிற சான்றுகள், தகவல்கள் முதலிய அனைத்தையும் ஒன்றுசேர்த்துப் பிரச்சினை தீர்க்கப்பெறும்.

7. விதிகளைப் புதிய இடங்களில் கையாளுதல் : சிந்தனை பிரச்சினையில் தொடங்குவது எவ்வாறு முக்கியமோ அதைப் போலவே விதிகளைப் புதிய இடங்களில் கையாள்வதும் முக்கியமாகும். அப்பொழுதுதான் பள்ளிகளில் பெறும் கல்வியறிவு வாழ்க்கையநுபவமாக முகிழ்க்கும்; பள்ளிகளில் பெறும் வகுப்பறைச் சூழ்நிலைகளுக்கும் வெளியுலகில் காணும் வாழ்க்கைச் சூழ்நிலைகளுக்கும் உள்ள இடைவெளி நீங்கும். இவ்வாறு கற்ற விதிகளைக் கையாள்வதில் அடியிற்காணும் திறன்கள் பயன்படுகின்றன :

(1) வகுப்புச் சூழலிலும் வாழ்க்கைச் சூழலிலும் காணும் இடங்களில் பொதுத்தன்மைகளைக் காணும் திறன் ;

(2) சோதனைகளில் அடைந்த முடிவுகளின் துணைக்கொண்டு புதிய இடங்களைப் பாகுபாடு செய்து விளக்கம் காணும் திறன் ;

(3) புதிய இடங்களில் காணும் பொதுத்தன்மைகளை ஒன்று சேர்த்துப் புதிய பிரச்சினைகளைக் காணும் திறன்.

அறிவியல் பாடங்களில் மேற்கண்டவாறு விதிகளை அமைக்கும் முறையை 'விதிவரு முறை' என்றும், அமைத்த விதிகளைப் புதிய இடங்களில் கையாள்வதை 'விதிவிளக்கு முறை' என்றும் வழங்குவர். அறிவியல் கற்றலில் இரண்டு முறைகளும் மிகவும் இன்றியமையாதவை ; கற்றவற்றை மனத்தில் நிரந்தரமாக நிலைநிறுத்துவதற்குத் துணைபுரிபவை.

மேற்கூறிய 'இரும்பு துருப்பிடித்தல்' பிரச்சினையால் பெற்ற முடிவுகள் புதிய இடங்களில் இவ்வாறு பயன்படலாம் : இரும்புத் தகடுகள் நீண்டநாள் உழைக்க வேண்டுமானல் அவற்றைக் கருத்துடன் கையாளவேண்டும் என்பதும், துத்தநாகப் பூச்சின்மீது வண்ணம் பூசினல் அது பின்னும் அரணுக அமையும் என்பதும், இரும்பல்லாத பிற உலோகத் தகடுகள் நீண்டநாள் உழைக்கும் என்பதும், பூச்சு வேண்டாத, துரு ஏருத அலுமினியத்திற்கு நல்ல எதிர்காலம் உள்ளது என்பதும், அலுமினியம் பல்லாண்டுகள் உழைக்கக் கூடியதென்பதும், வாழ்க்கைச் சூழ்நிலையில் பயனுள்ளதாக மேற்கொள்ள வேண்டியவையாகும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட அறிவியல் துறையிலுள்ள விதிகளை நன்கு கற்றுவிட்டால் 'அறிவியல் முறை'யால் பெறும் திறன்கள் அனைத்தும் கைவரப்பெறும் என்ற கொள்கையும் நிலவுகின்றது. இது தவறு; பெருந் தவறுங்கூட. அறிவியல் கற்பதால் அத்திறன்களை நேரிய முறையில் நேரடியாக அடைய வேண்டுமேயன்றி, வேறு முறையில் பெற இயலாது. பாடப்பகுதிகளை மனப்பாடமாகக் கற்றலால் அவை கைவரப்பெரு. அறிவியல் கற்றலால் ஓரளவு அத் திறன்கள் அமையும் என்பது உண்மையாக இருப்பினும், அவற்றை அறிவியல் முறைப்படி கற்ருல்தான் அத் திறன்கள் நிரந்தரமாக ஒருவரிடம் அமையும் என்பது உறுதி. அறிவியல் கற்பதனுல் வேண்டப்படுவதெல்லாம் சிந்திக்கும் ஆற்றலே ; சிந்திக்கும் ஆற்றல் முறையாகக் கற்பதால்தான் ஏற்படும்.

புதிய பாடப் பகுதிகளைக் கற்றல் : 'இரும்பு துருப்பிடித்தல்' என்ற பாடம் பிற ஊடப் பகுதிகளைக் கற்பதில் கொண்டுசெலுத்தவுங் கூடும். இந்தப் பிரச்சினையைத் தீர்ப்பதில் பிற பிரச்சினைகளும் எழுதலைக் கண்டோம். 'துருவுக்கும்' இரும்புக்குமுள்ள வேறுபாடு யாது? என்பதன் விடையை இன்னும் காணவில்லை. 'பொருள்கள் எரிதலால் என்ன நேரிடுகின்றது ?' என்ற வினவுடன் இதை ஒப்பிட்டு ஆராய்ந்தால், இரண்டிலும் பயன்பட்ட காற்றின் அளவிலிருந்து உண்மை புலனுதல் கூடும். இதனுல் ஆக்ஸிஜன், அதைத் தயாரித்தல், ஆக்ஸைடின் இயைபு, உப்பு மூல ஆக்ஸைடுகள், அமில ஆக்ஸைடுகள் முதலிய பகுதிகளைப் படிக்க நேரிடும் ; இதனுல் பல்வேறு பிரச்சினைகள் நம் சிந்தனையில் எழும்.

6. பயிற்றும் முறைகள்—1

அறிவியல் பாடம் கல்வி ஏற்பாட்டில் இடம் பெற்ற நாள்தொட்டு அப் பாட அறிவை முழுத்திறனுடன் எய்த வேண்டும் என்பதே முதல் நோக்கமாக இருந்தது. தொடக்கத்தில் அப் பாடம் பள்ளிகளில் கற்பிக்கப்பெறுங்கால் செய்திகளை ஐயந்திரிபின்றி மாணுக்கர் அறிந்து கொள்ள வேண்டும் என்பதையே நோக்கமாகக் கொண்டு கற்பிக்கப் பெற்றது. சிறிது காலமாகத்தான் அறிவியல் விதிகளை உணரும் நோக்கத்துடன் கற்பிக்கப்பெற்று வருகின்றது. இந் நோக்கத்துடன் கற்பிக்கப்பெறும் பாட அறிவு மாணுக்கர்களுக்குப் பயன்படுவதுடன் அதைக்கொண்டு அன்ருட வாழ்க்கையில் நேரிடும் பல பிரச்சினைகளைத் தீர்த்துக்கொள்ளவும் முடிகின்றது.

தொடக்கத்திலிருந்து அறிவியல் கற்பித்தலில் மேற்கொண்ட பல முறைகள் நடைமுறையில் இருந்துவருகின்றன. அவை யாவும் பட்டறிவில் வளர்ச்சி பெற்றவை. சில முறைகள் படிப்படியாக வளர்ச்சி யுற்றவை ; சில முறைகள் கவனத்துடன் செய்யப்பெற்ற சோதனைகளால் உருவானவை. அந்த முறைகள் யாவும் பாட அறிவை மனத்தில் ஏற்றிக்கொள்வதற்குப் பெரிதும் துணை புரிந்தவை. ஆனல், அவை பிற பண்புகளை வளர்க்கச் சிறிதும் துணை செய்யவில்லை என்று எண்ணுவது சரியன்று. தகவல்களைச் சரியாக அறிந்து கொள்வதே முதல் நோக்கமாக இருந்ததால், அந் நோக்கத்தை அவை சரியாக நிறைவேற்றின என்பதற்காகத்தான் இது கூறப்பெற்றது. இவ்வாறு வளர்ந்த ஒரு சில முறைகளை மட்டிலும் ஈண்டுச் சுருக்கமாக ஆராய்வோம்

1. விரிவுரை முறை

விரிவுரை முறை மிகவும் கவர்ச்சிகரமானது ; எளிதாகக் கற்பித்தற்கும் துணை செய்வது. இம் முறை ஆசிரியருக்கும் மாணுக்கருக்கும் தத்தம் முன்னேற்றத்தில் மனநிறைவு தரக்கூடியது. இன்று கல்லூரிகளில் இம்முறை பெரு வழக்காக இருந்து வருகின்றது. இடைக் காலத்தின் தொடக்கத்திலிருந்து இம் முறை கையாளப்பட்டு வருகின்றது. தேவையான நூல்கள் இல்லாமையாலும் திறமைசாலி

கள் அதிகமானவர் இல்லாமையாலும், தவறுதலின்றிச் சரியானபடி தகவல்களைப் பரப்புவதற்கு இம் முறை கையாளப்பட்டது. நூலகத்துடன் தொடர்பு கொள்ளவும், அன்று பயின்று வந்த எழுத்துப் படிகளைப் பார்க்கவும் பலருக்கு வாய்ப்புகள் இல்லாத தால் இம்முறை மிகவும் இன்றியமையாததாக இருந்தது. இன்றும் இம்முறை பொதுமேடைகளில் விரிவுரை ஆற்றுவதில் பெரு வழக்காகவும், வீட்டிலும் உரையாடலிலும் சாதாரணமாகவும் கையாளப் பெறுகின்றது.

இம் முறையில் மாணக்கர் வாய் திறந்து பேசுவதற்கு வாய்ப்பே இல்லை. ஆசிரியரும் அவர்களை வினவுவதில்லை. மாணக்கர்கள் வினக்களை விடுப்பதற்கோ, அன்றி அவற்றிற்கு விடையிறுப்பதற்கோ வசதிகள் இல்லை ; சோதனைகள் செய்து காட்டலுக்கும் இடம் இல்லை. இம் முறையின் முக்கிய நோக்கம் சிறந்தவை எனக் கருதப்படும் தகவல்களை எப்படியாவது மாணக்கர்களுக்கு அறிவிப்பதேயாகும். இதைச் "சொல்லும் முறை" என்றும் வழங்குவர். நடை முறையில் உயர்நிலைப் பள்ளிகளில் இம் முறை வழக்கிலில்லை என்றே சொல்ல வேண்டும். ஆசிரியர் சாதாரண முறையில் பேச்சு நிகழ்த்துவதும், இடை இடையே வினக்களை விடுப்பதும் அவற்றிற்கு விடையிறுக்க மாணக்கர்களுக்கு வாய்ப்புகளை நல்குவதும், சோதனைகளைச் செய்து காட்டலுக்கும் கரும்பலகை வேலைக்கும் இடந்தருவதுமான ஒரு கலப்பு முறை நடைமுறையில் இருந்து வருகின்றது.

நிறைகள் : இம்முறையால் காலச் சிக்கனம் ஏற்படுகின்றது ; ஆசிரியர் எல்லாச் செய்திகளையும் திரட்டி, கோவைப்படுத்தி எடுத்துரைக்க முடிகின்றது. ஆசிரியர் பேச்சுத் திறமை வாய்ந்தவராக வும் நன்முறையில் எடுத்தியம்பும் ஆற்றல் பெற்றவராகவும் இருந்தால், நகைச்சுவை, கவர்ச்சிதரும் சிறிய கதைகள் முதலியவற்றை இடங்களுக்கேற்றவாறு கையாண்டு சிறந்த முறையில் செய்திகளை ஆணித்தரமாக எடுத்து விளக்க இயலும். இதனல் மாணக்கர் கவனத்தை ஈர்த்து அவர்களுக்குப் பாடத்தில் ஆர்வமூட்டவும் முடியும்.

குறைகள் : இம் முறையால் கற்கும் மாணக்கர்கள் கற்றலில் பங்குகொள்ள முடிவதில்லை. மாணக்கர்கட்கு கவனம், பொருளுணர் திறன், நினைவாற்றல் ஆகியவற்றில் பயிற்சி பெற வாய்ப்பு இருப்பினும், இதில் உற்றுநோக்கலுக்கும் ஆராய்ந்து பார்ப்பதற்கும் இடம் இல்லை. சில சமயம் செய்திகளைத் திரட்டித்தருவதில் ஆசிரியரின் பங்கு முற்றுப் பெறுது போகக்கூடும் ; சிறு விவரங்களில் அதிக அழுத்தம் தந்து ஆசிரியர் வழி விலகிப் போகவும் இங்கு இடம் உண்டு. மாணக்கர் அறிவு நிலைக்கும் வயது நிலைக்கும் பொருந்தாத மொழியாட்சியால் அவர்களுக்குத் தெளிவும் விளக்கமும் இல்லாமலும் போகலாம். இம் முறையில் மாணக்கரின் முன்னறிவை அறிந்து அவர்களின் தனித்

திறன்களுக்கேற்றவாறு கற்பித்தலுக்கு வாய்ப்பே இல்லாது போய் விடுகின்றது.

முடிவு : இக்கூறியவற்றால் இம்முறை பள்ளிகளில் சிறிதும் பயன்படுவதில்லை என்று எண்ணுவது தவறு. நவீன முறையில் கற்பிக்கும்பொழுதும் இம் முறையைப் பயனுள்ள வகையில் கையாள வேண்டிய இடங்களும் உள்ளன. புதிய பகுதியைக் கற்கத் தொடங்கும் பொழுதும், ஒரு பகுதியிலுள்ள விதிகளைத் திரட்டிக் கூறும்பொழுதும், இம்முறை நன்கு பயன்படுகின்றது. செய்திகளைத் தர நேரிடுங்கால் எழும் பிரச்சினைகளைத் தீர்ப்பதிலும், காலச் சிக்கனத்தை யொட்டி ஒரு பகுதியை விரைவாக முடிக்க நேரிடும்பொழுதும் இம் முறை நன்கு பயன்படக்கூடும்.

2. செய்துகாட்டல் முறை

கற்பிக்கும்பொழுது ஆசிரியர் அவ்வப்போது தான் கூறும் விதிகளையோ கொள்கைகளையோ விளக்குவான் வேண்டி சோதனைகள் செய்துகாட்டிக் கற்பித்தல் 'செய்துகாட்டல் முறை' என்று வழங்கப் படுகின்றது. விரித்துரைத்தல் முறையில் ஆசிரியரின் பேச்சுக்கு மட்டிலுமே இடம் உண்டு ; இம் முறையில் மாணுக்கர்களுக்கும் பங்கு இருக்கின்றது. விரித்துரைத்தல் முறையில் மாணுக்கர்கள் வாளா இருந்து செய்திகளைக் கேட்டு அறிகின்றனர் ; இம் முறையில் அவர்கள் உற்சாகத்துடன் வினவிப் பங்கு கொள்கின்றனர். ஆசிரியர் சோதனையைச் செய்யும்பொழுது மாணுக்கர்கள் ஒவ்வொரு படியையும் கூர்ந்து நோக்கவேண்டியுள்ளது ; அப்படி உற்றுநோக்கினுல்தான் அவர்கள் சோதனையை நன்கு தெளிவாக விளக்கி எழுதமுடியும். சோதனையின் இறுதியில் தாம் பார்த்தவற்றிலிருந்து முடிவு காணல் வேண்டும் ; வகுப்பில் அம் முடிவுகளை ஆராயவும் வேண்டும்.

நிறைகள் : செய்து காட்டல் முறையில் உரையாடலுக்கு இடம் உண்டு. ஒவ்வொரு படியிலும் மாணுக்கர்கள் தெரியாதவற்றை ஆசிரியரை வினவி அறியும் வாய்ப்புகள் உண்டு ; ஆசிரியரும் மாணுக்கர்கள் தன்னைப் பின்பற்றுகின்றனரா என்பதை அறிய வினுக்களை விடுக்கலாம். ஆராய்ச்சிக்கு எடுத்துக்கொண்ட கொள்கை அல்லது விதிகளுக்கு விளக்கம் காண்பதற்கு வினு-விடை பாணி மிகவும் இன்றியமையாதது ; வினுவும் எதிர்வினுவும் விளக்கம் காண்பதற்கு மிகவும் ஏற்றவை. செய்திகளை மெய்ப்பிப்பதற்குமட்டி லும் சோதனைகள் செய்து காட்டப்பெறுகின்றன என்று எண்ணுதல் தவறு ; அவை புதிய செய்திகளை அறிவிக்கவும் மேற்கொள்ளப் பெறுகின்றன. செய்து காட்டல் முறையில் படங்கள், நழுவங்கள், சினிமாப் படங்கள், படிமங்கள் முதலியவையும் இடம் பெறலாம் ; அவை மாணுக்கரின் கவர்ச்சிகளைத் தூண்டத் துணையாக இருக்கும். சோதனைகளைச் செய்வதிலும், கருவிகளைக் கையாள்வதிலும் உள்ள

சிரமங்களால் மாணுக்கரின் கவனம் சிதறப்பெருது கற்றலில் அதனை ஆழ்ந்து செலுத்துவதற்குப் பேருதவியாக இருக்கும்.

அறிவியல் பாடம் பயிற்றுவதற்கு இம்முறையைப் போல் பிறிதொரு சிறந்த முறை இல்லை என்றே துணிந்து கூறலாம். நல்லாசிரியருக்கும் இம்முறை மிகவும் சிரமமானது; மிகுந்த திறமையுடன் இதனைக் கையாண்டால்தான் வெற்றி காண முடியும். மிகத் திறனுடன் இம்முறையை மேற்கொண்டு கற்பித்தால், காலச் சிக்கனம் உண்டாகும்; குறைந்த காலத்தில் அதிகப் பகுதியைப் பயிற்றலாம்; மாணுக்கர்களும் உற்சாகத்துடன் கற்பர். கண்ணுல் காண்பதற்கு வாய்ப்புகள் இருப்பதால் அறிவுக்கு முறையீடு செய்து கற்றலில் தெளிவு பிறக்கும். இயற்கைப் பாடங்களைக் கற்றலில் இம்முறை கவர்ச்சியளிக்கவும், விடுப்பூக்கத்தைத் தூண்டவும் வாய்ப்பளிக்கின்றது; கற்றலின் இன்றியமையாமையை விளக்குவதுடன் சிந்தனையைத் தூண்டவும் துணை செய்கின்றது. மாணுக்கரின் அறிவுக்கும் கைத்திறனுக்கும் அப்பாற்பட்ட சோதனைகளைக் காணவும் இம்முறை நல்ல வாய்ப்பினை நல்குகின்றது.

முறைபற்றிய குறிப்புகள் : செய்து காட்டல் முறை திறனுடன் அமையவேண்டுமாளுல் ஒரு சில பொருள்களை மனத்தில் இருத்த வேண்டும். இளம் ஆசிரியர்களுக்கும் பயிற்சிபெறும் ஆசிரியர்களுக்கும் பயன்படும்பொருட்டு அவை கீழே தரப்பெறுகின்றன :

(1) ஆசிரியர் சோதனை செய்து காட்டுவதை வகுப்பிலுள்ளவர்கள் அனைவரும் நன்ருகப் பார்க்கும் வசதிகள் இருக்கவேண்டும். பள்ளிகளிலுள்ள ஆய்வக நிலைக்கேற்றவாறு இவ்வசதிகள் அளிப்பது மாறும்.

(2) சோதனைக்காக எடுத்துக்கொள்ளப்பெறும் துணைக்கருவிகள் கூடியவரை பெரியனவாக இருத்தல் நன்று. அப்படி இருந்தால்தான் அனைவரும் இருந்த இடத்திலிருந்துகொண்டே சோதனையின் ஒவ்வொரு படியையும் நன்கு காண இயலும்.

(3) சோதனை அமைக்கப்பெறும் இடத்தில் நல்ல ஒளி இருத்தல் வேண்டும். இயற்கை ஒளி போதுமானதாக இல்லாத இடங்களில் செயற்கை முறைகளில் வசதிகள் செய்துகொள்ளவேண்டும்.

(4) சோதனை செய்து காட்டும் வகுப்பறை (அல்லது ஆய்வக அறை)யிலுள்ள கரும்பலகை ஆசிரியர் பக்கத்திலுள்ள சுவர் முழுவதும் அமைந்திருத்தல் வேண்டும். அப்படியிருந்தால் அதன் இடப்பகுதியைப் பாடச்சுருக்கம் வரையவும், நடுப்பகுதியைச் சோதனையின் விவரங்களை எழுதவும், வலப்பகுதியைச் சோதனையில் காணும் எடைகள், வெப்ப நிலைகள் முதலிய எடுகோள்களைக் குறித்துக் கொள்ளவும் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். அதே சுவரில் படங்கள், கோட்டுப் படங்கள் முதலியவற்றைத் தொங்கவிடுவதற்கு வேண்டிய இடமும் இருத்தல் மிகவும் இன்றியமையாதது.

(5) வகுப்பின் கவனத்தை ஈர்க்கக் கூடிய திறன் ஆசிரியருக்கு இருத்தல் வேண்டும். ஏற்ற தருணத்தில் சில சொற்கள் அல்லது சொற்றொடர்களால் மாணுக்கரின் மனத்தைக் கவர்தல், நாடகப்பாணி யில் வகுப்பை ஊக்குவித்தல், சோதனையின் ஒரு முக்கிய கட்டத்தில் ஆவலுடன் எதிர்பார்க்கும் சூழ்நிலையை உண்டாக்குதல் முதலிய திறமை கள் யாவும் ஒரு நடிகனுக்கு மட்டுமன்றி ஆசிரியருக்கும் இருக்க வேண்டிய இன்றியமையாத திறன்களாகும்.

(6) மாணுக்கர்கள் கண்டனவும் கையாண்டனவுமான பொருள் களையொட்டியே சோதனைகள் அமைதல் வேண்டும்.

(7) ஆசிரியர் காட்டும் சோதனைகள், பின்னர் மாணுக்கர்கள் தாமாக ஆய்வகத்தில் செய்யப்போகும் சோதனைகளுடன் அதே முறை யில் தொடர்ச்சி பெற்றமைதல் பெரும் பயன் விளைவிக்கும்.

(8) வகுப்பிலுள்ள மாணுக்கர்களை ஒரு குறிப்பிட்ட ஒழுங்கில், தான் செய்யும் சோதனைக்கு ஆசிரியர் துணையாகக் கொள்ள வேண்டும். அவர்கள் அளவுகளை அளந்தறிதல், வேதியியல் வினைகளை வகுப்பிற்கு எடுத்துரைத்தல், துணைக்கருவிகளைக் கையாளுதலில் தேவைப்படுங் கால் ஆசிரியருக்கு உதவுதல், பிறவற்றில் துணைசெய்தல் போன்ற வகையில் உதவலாம்.

(9) சோதனைக்கு வேண்டிய பொருள்கள், துணைக்கருவிகள் முதலிய அனைத்தையும் சோதனை மேசையில் பரப்பி வைத்தல் கூடாது. அதிகமான துணைக்கருவிகள் மாணுக்கர்களின் மனத்தைக் கவரவும் கூடும்; அவை அவர்களை மருள வைத்துக் குழப்பத்தை உண்டாக்கவும் கூடும். துணைக்கருவிகள் பயன்படுங்கால் முக்கிய இடத் திலும், அதற்கு முன்னரும் பின்னரும் ஒதுக்கமான இடத்திலும் வைக்கப்பெறுதல் வேண்டும்.

(10) சரியற்ற அல்லது குறைபாடுள்ள துணைக்கருவிகளை வெற்றி கரமாகக் கையாள்வதில்தான் ஆசிரியரின் திறன் வெளிப்படும். அவை சரியாக இருந்தால்தான் ஆசிரியரின் திறன் நல்ல முறையில் பயன்படும். ஆனால், அவை சரியாக இருந்தால் மட்டிலும் சோதனை முடிவுகள் எதிர் பார்த்தபடி ஏற்படும் என்று சொல்வதற்கில்லை. சில சமயம் ஆசிரியரின் கட்டுக்கடங்காது செயல்கள் நடைபெறவும் கூடும். அவ்வாறு நேரிடும் சோதனைகளைச் சமாளிப்பதிலும், தவறிய சோதனைகளிலிருந்தும் பயன் படத்தக்க முடிவுகளைக் காண்பதிலும்தான் நல்லாசிரியரின் திறன் வெளிப்படும்.

(11) காலமும் பருவநிலைகளும் சோதனைகளை அறுதியிடல் வேண்டும். பருவநிலைகள் முறைப்படி நிகழும் இடங்களில் இயற்கைப் பாடங்களைக் கற்பிக்கும் திட்டம் மாறக்கூடியவாறு அமைதல் சாலப் பயன் தரும். காலநிலை மாறுபாடுகளால் சில சோதனைகள் பாதிக்கப் படும். எடுத்துக்காட்டாக, மழைக்காலத்தில் நிலை மின்சாரத்தை

விளக்கும் சோதனையை நன்கு செய்ய இயலாது ; பனிக்கட்டி பயன் படும் சோதனைகளையும் நீர்பருகும் பொருள்கள் பயன்படும் சோதனை களையும் மஞ்சள் ஃபாஸ்வரம் பயன்படும் சோதனைகளையும் மாரிக்காலத் திலும், தூள்பூக்கும் பொருள்கள் பயன்படும் சோதனைகளைக் கோடை யிலும் செய்தல் நன்று. இத்தகைய தகவல்களை நினைவூட்டும் 'காலக் குறிப்பேடு' ஒன்றை ஆசிரியர்கள் ஆயத்தம் செய்துகொண்டால் அஃது அவர்களுக்கு இத்துறைகளில் நினைவூட்டாக அமையும்.

(12) சோதனைகளைத் தவிர கற்பிக்கும் பாடத்தைப் படங்கள், வரைப் படங்கள், நழுவங்கள், நிழற் படங்கள் முதலியவற்றாலும் விளக்குதல் வேண்டும்.

(13) ஆசிரியர் முன்னதாகவே ஆயத்தம் செய்யாவிடில் இம்முறை யில் பாடங் கற்பித்தலில் வெற்றிகாணல் முடியாது. சிறு விவரங் களிலும் நல்ல கவனம் செலுத்துதல்வேண்டும். சோதனைக்குரிய கருவி, பொருள் முதலியவற்றை முன்னதாக நன்கு சோதித்துவிட வேண்டும். முன்னதாகவே ஆசிரியர் தான் காட்டப்போகும் சோதனையைச் செய்து பார்த்துக் கொண்டால் மிகவும் நல்லது. சோதனையில் வெற்றி யில்லாவிடில் பாடம் பாழ்தான் ; வேறு முறைகளில்கூட இத்தகைய தோல்வி இராது.

(14) சோதனையின் முடிவுகளை முன்னதாக அறிவித்தல் கூடாது ; மாணுக்கர்களை நன்கு கவனிக்குமாறு ஏவி, தாமாகவே சிந்தித்து முடிவு களைக் காணுமாறு அவர்களைத் தூண்டுதல் வேண்டும்.

(15) பாடநேரம் முழுவதும் சோதனைகள் பரவலாக வருமாறு சோதனைகளை அமைத்துக்கொள்ள வேண்டும். நல்ல முறையில் பாடக் குறிப்புகளை ஆயத்தம் செய்துகொண்டால் அவை பட்டறிவு இல்லாத வருக்கும் துணையாக இருக்கும்.

3. ஆய்வக முறை

இம் முறையால் கற்பிக்கும்பொழுது ஆசிரியரின் மேற்பார்வையில் மாணுக்கர்கள் சோதனைகளைத் தாமாகச் செய்வர். ஒவ்வொருவரிடமும் சோதனைகளைச் செய்வதில் கவனிக்க வேண்டிய விதிகளையும் முறை களையும் விளக்கும் கையேடு (Manual) இருக்கும். மாணுக்கர்கள் அதைப் படித்துத் தத்தமக்கென வரையறுக்கப்பெற்ற சோதனைகளைத் தமக்குரிய இடங்களில் இருந்துகொண்டு செய்வர். விளங்காது விழிக்கும் மாணுக்கர்களுக்கு ஆசிரியர் விளக்கம் தந்து அவர்களைச் செயலில் ஆழ்த்துடுவார் ; சிலரிடம் எழும் ஐயங்களை அவ்வப்பொழுது அகற்றிக்கொள்ளத் துணைசெய்வார். எனவே, சோதனைச்சாலை ஆசிரியரும் மாணுக்கரும் கூட்டாக அறிவியல் பிரச்சினைகளைத் தீர்த்துக் கொள்ளும் இடமாக அமைகின்றது.

நிறைகள் : இம் முறையில் பல நிறைகள் உள. பாட நூல்களில் கூறப்பெற்றுள்ள செய்திகள் சோதனைகளால் உறுதிப்படுகின்றன ; பாட நூல்களில் காணப்பெறும் எடுத்துக்காட்டுகளுடன் தாம் வாழு மிடத்திலுள்ள ஒரு சிலவற்றையும் சோதித்து அறியும் வாய்ப்பினை மாணாக்கர் அடைகின்றனர். ஆய்வு கருவிகளையும் பிற கருவிகளையும் நல்ல முறையில் கையாளும் திறன்கள் எய்த வாய்ப்புகிடைக்கின்றது. மாணாக்கர் குறுந் துடுப்புகள், பீங்கான் உரல்-உலக்கை, ஊது துருத்தி, மிதி துருத்தி, குறடு, இடுக்கி, தக்கைத் துளைப்பான் போன்ற கருவி களையும்; தொலைநோக்கி, உருப்பெருக்கி, நிறமாலைமானி போன்ற துணைக்கருவிகளையும் கையாளும் திறன்கள் எய்தப்பெறுவர். கருவி களையும் பிற சாதனங்களையும் பதிவேட்டில் படங்களாக வரைவதால் ஓவியத் திறனையும் அடைகின்றனர். மாணாக்கர்களிடம் நுணுக்கமான யுக்தியும் விடுப்பூக்கமும் செயற்பட வாய்ப்புகள் கிடைக்கின்றன. பலருடன் ஒத்து வேலை செய்யும் பயிற்சியினைப் பெற வாய்ப்பு ஏற்படு கின்றது ; இஃது அறிவியல் பண்பாடாகும். அபிப்பிராயங்கள் வேறு, மெய்ம்மைகள் வேறு என்பதைப் பிரித்தறியவும், அநுபவத்தில் கொள்கைகளைச் சோதனைகளால் ஆராய வேண்டும் என்ற ஆர்வத்தை எழுப்பவும் வாய்ப்புகள் நேரிடுகின்றன. கற்றலில் குழந்தைகளே முக்கியம் என்ற கல்வியியலின் உண்மைப்படி மாணாக்கர்கள் கற்றலில் பெரும் பங்கு கொள்கின்றனர்.

குறைகள் : இம் முறையில் சில குறைகளும் காட்டப்பெறுகின் றன. இம் முறையை மேற்கொள்வதால் பள்ளிக்குப் பெருஞ் செலவு ஏற்படும். தனித்தனியாகச் சோதனைகளைச் செய்வதற்கு அதிகக் காலம் வேண்டியிருப்பதால் குறிப்பிட்ட காலவரையறைக்குள் பாடத் திட்டத்திலுள்ள அனைத்தையும் கற்பிக்க முடிகிறதில்லை. சோம்பல் காரணமாக ஆசிரியரின் மேற்பார்வை தக்க முறையில் நடைபெறவில்லை யாயின் மாணாக்கர்கட்குத் தாம் செய்யும் சோதனைகளில் வெறுப்பு ஏற்பட இடம் உண்டு. குறைமதியுள்ளவர் நிறைமதியுள்ளவர்களின் சோதனை முடிவுகளைப் பார்த்தெழுத வாய்ப்பு ஏற்படுகின்றது. ஒவ்வொரு தடவையிலும் ஆசிரியரின் காலமும் ஆற்றலும் துணைக்கருவி களையும் பிற பொருள்களையும் சரிபார்ப்பதிலேயே கழிகின்றன. இம் முறையில் உண்மையாகவே பிரச்சினைகள் தீர்க்கப்படுவதில்லை யென்றும், வரைப் படங்களையும் பிற படங்களையும் வரையும் வேலை அதிகமாக வற்புறுத்தப்பெறுகின்றதென்றும், நல்ல முறையில் உற்று நோக்கலுக்கு வழியேற்படுவதில்லையென்றும் குறை கூறப்படுகின்றது.

முடிவு : எண்ணிப் பார்த்தால் இவை யாவும் முறையின் குறை களல்ல என்பது தெரியும். பிற முறைகளுடன் சேர்த்து இம் முறையைக் கையாண்டால் நல்ல பயனைக் காணலாம். முறையின்

உண்மைப் போக்கை உணர்ந்தால் இம்முறையின் சிறப்பு தெளிவாகப் புலனாகும்.

சில குறிப்புகள் : இம் முறையை மேற்கொள்ளும்பொழுது சில குறிப்புகளை ஆசிரியர்கள் நினைவிலிருத்துதல் வேண்டும். இளம் ஆசிரியர்களுக்குப் பயன்படும் பொருட்டு அவை ஈண்டு தரப்பெறுகின்றன :

(1) சோதனையில் என்ன செய்ய வேண்டுமோ அல்லது எதனை மெய்ப்பிக்க வேண்டுமோ அது மாணாக்கர்களுக்குத் தொடக்கத்திலேயே தெளிவாகப் புலனாதல் வேண்டும். மிகச் சிக்கலான சோதனைகளை மாணாக்கர் செய்தல் ஆகாது.

(2) சோதனையின் நோக்கத்தையும் தெளிவாக விளக்குதல் வேண்டும். ஏற்கனவே அறிந்த மெய்ம்மைகளை மாணாக்கர்கள் புதிதாகக் கண்டறிவதுதான் நோக்கம் என்று கூறுவதால் பயன் ஒன்றும் இல்லை. 'ஹைட்ரஜன் எரியும்பொழுது என்ன உண்டாகின்றது என்பதைக் கண்டறிதல்', 'தாவரங்கள் சுவாசிக்கின்றனவா என்று காணல்' என்ற நோக்கத்தைத் தெரிவிப்பதைவிட 'ஹைட்ரஜன் எரியும்பொழுது நீர் உண்டாகின்றது என்பதைக் காட்டல்', 'தாவரங்கள் சுவாசிக்கின்றன என்பதைக் காட்டல்' என்று நோக்கத்தைக் கூறுதல் சாலச் சிறந்தது. ஏற்கனவே தெரிந்த ஒன்றைப் புதிதாகக் கண்டறிவதாகக் கூறுதல் அவ்வளவு பொருத்தமாக இல்லை.

(3) சோதனைக் கருவிகளை முதன் முதலாகக் கையாளும் வாய்ப்புகள் நேரிடும்பொழுது ஆசிரியர் அவற்றை எவ்வாறு பயன்படுத்த வேண்டும் என்பதுபற்றிய முழு விவரங்களையும் தெளிவாக அறிவித்தல் வேண்டும். அவற்றைக் கையாள்வதில் மாணாக்கர்கள் விழிப்புடனும் பாதுகாப்புடனுமிருத்தலின் இன்றியமையாமையை வற்புறுத்துதல் நலம் பயக்கும். மாணாக்கர்கள் அவற்றைக் கையாளும் பொழுதும் அவற்றைக் காணும்பொழுதும் அடிக்கடி ஆசிரியர் சரி பார்த்தலும் வேண்டற்பாலது.

(4) எந்த அளவு திருத்தமான முடிவுகள் எதிர்பார்க்கப்பெறுகின்றன என்பதையும் மாணாக்கர்கள் உணருமாறு செய்தால் நலம் பயக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு திடப்பொருளின் திண்மையைக் கண்டறிய வேண்டுமானால் அதன் கன அளவு, எடை ஆகிய இரண்டு அளவைகள் வேண்டும். அந்த இரண்டு அளவைகளில் கன அளவைக் காண்பதில் எடை காண்பதிலுள்ளதைவிட அதிகமான தவறுகள் விளையும். எனவே, எடை காண்பதில் அதிகக் கவனம் செலுத்தி, சரியான எடையைக் காணவேண்டும் என்று முயல்வதில் பயன் ஒன்றும் இல்லை. இறுதி விடையில் 5-இலிருந்து

10-சதவீதம் தவறுகள் நேர்ந்தாலும் அதனல் குறையொன்றுமில்லை என்பதை மாணுக்கர்களை உணரச் செய்ய வேண்டும்.

(5) மாணுக்கர்கள் செய்த சோதனைபற்றிய விவரங்களையும், கண்ட முடிகளையும் எழுதிய பதிவேட்டினைத் தெளிவாக ஆராய்ந்து அவற்றிலுள்ள குறைகளை அவ்வப்பொழுதே களைதல் வேண்டும்.

(6) பாடநூல்களில் கூறப்பெற்றுள்ளவாறே சோதனைகளைச் செய்யவேண்டுமென்பதில்லை ; சிலவற்றை ஆசிரியர் மாற்றியும் செய்யலாம். எடுத்துக்காட்டாக, நூலில் ஒருவித மொச்சை முளைத்தலைப்பற்றிய விவரங்கள் தரப்பெற்றிருந்தால், ஆசிரியர் வேருெருவித மொச்சை அல்லது அவரை முளைத்தல் பற்றிய சோதனைகளைச் செய்யச் சொல்வதால் குறையொன்றும் நேர்ந்துவிடாது.

மாணுக்கர் செய்யும் சோதனைகள் : மாணுக்கர் செய்ய வேண்டிய சோதனைகளை நடைமுறைத் திட்டத்தில் அமைப்பதில் மூன்று முறைகளை மேற்கொள்ளலாம் :

(1) ஒரே சமயத்தில் எல்லா மாணுக்கர்களும் தனித்தனியாக ஒரே சோதனையைச் செய்யுமாறு திட்டம் அமைக்கலாம். இதனல் அநுபவத்திறன் கிட்டுகின்றது ; மெய்ம்மைகளை உறுதிப்படுத்திக் கொள்ள முடிகின்றது ; உற்று நோக்கும் ஆற்றலை வளர்த்துக் கொள்ளவும் நினைவாற்றலைச் சீர்படுத்திக் கொள்ளவும் முடிகின்றது.

எளிய முறையில் குறைந்த விலைக்குக் கிடைக்கக்கூடிய துணைக் கருவிகள் பயன்படும் சோதனைகளை மட்டிலுந்தான் இத் திட்டத்தில் அமைக்கலாம். எல்லோரும் ஒரே சமயத்தில் ஒரே சோதனையைச் செய்வதால் ஆசிரியரின் மேற்பார்வை வேலை எளிதாக அமைகின்றது ; தற்செயலாக நேரிடும் சிறு விபத்துக்கள் நேரிடாமல் பாதுகாத்துக் கொள்ளவும் முடிகின்றது.

(2) ஒரு பொது நோக்கத்தில் அமையக்கூடிய வெவ்வேறு சோதனைகளை ஒரே சமயத்தில் செய்யும்படி திட்டத்தை அமைக்கலாம். ஒவ்வொருவரும் தனித்தனியாகவோ, அன்றி ஒருவர் அல்லது இருவருடன் கூட்டாகச் சேர்ந்து கொண்டோ ஒவ்வொரு சோதனையாகச் செய்வர். இதனல் அதிகமான துணைக்கருவிகள் வாங்கத் தேவையிராது. மாணுக்கர்கள் ஒருவரோடொருவர் தம் சோதனைகளின் முடிவுகளை ஒப்பிட்டுப் பார்த்துக் காலத்தை வீணே கழிப்பதும் குறையும்.

(3) ஒரு குறிப்பிட்ட தகவலை அறிவதற்கு மேற்கொள்ளப்பெறும் சோதனை மிகச் சிக்கலாகவும் பல்வேறு படிகளைக் கொண்டதாகவும் இருந்தால், அதைப் பல பகுதிகளாகப் பிரித்துக் கொள்ளலாம். எல்லாப் பகுதிகளையும் எல்லோரும் செய்யவேண்டும் என்ற நியதி இல்லை.. ஒவ்வொரு பகுதியையும் ஒருவர் அல்லது ஒரு சிறுகுழுவினர்

செய்வர். பலர் கண்ட அளவைகளை அல்லது முடிவுகளை ஒன்று சேர்த்து அறியவேண்டிய தகவலை அறியலாம். ஒருவர் பிறருடைய தகவலை எதிர்பார்க்கும் நிலை ஏற்படுவதால், மாணவரிடையே ஒருவிதப் பொறுப்புணர்ச்சி வளர இடம் ஏற்படுகின்றது.

செய்து காட்டல் முறைக்கும் ஆய்வக முறைக்கும் உள்ள வேற்றுமைகள் : செய்து காட்டல் முறையையும் ஆய்வக முறையையும் மேற்கொண்டு கற்பித்த ஆசிரியர்கள் இரண்டு முறைகளிலும் நல்ல பலனைக் கண்டுள்ளனர். செய்துகாட்டல் முறையில் மீதமான காலத்தை மாணுக்கர்களுக்குப் பன்முகப் பயிற்சி அளிக்கப் பயன்படுத்தினுல் நிறைந்த பலனைக் காணலாம். இரண்டு முறைகளுக்குமுள்ள ஒரு சில வேற்றுமைகளை ஈண்டுக் குறிப்பிடுவோம் :

செய்து காட்டல் முறை	ஆய்வக முறை
1. காலச் சிக்கனம் ஏற்படுகின்றது. ஆய்வக முறையிலாகும் காலத்தில் பாதிநேரம் இதற்குப் போதுமானது.	கற்பித்தலுக்கு அதிகக் காலம் தேவைப்படுகின்றது.
2. செலவினங்கள் குறையும்.	செலவினங்கள் மிகும்.
3. சோதனைகளின் தொடக்கத்தில் பல திறன்கள் உற்று நோக்கலால் ஏற்படுகின்றன.	துணைக்கருவிகளைக் கையாளும் முறையை அறியாத மாணுக்கர்கள், செய்யும் வேலையில் உற்சாகத்தை இழக்கக்கூடும்.
4. இம்முறையை மேற்கொள்ளும் ஆசிரியர் மாணுக்கர்களைக் குழுக்களாகச் சோதனைகளைச் செய்யச் செய்தால் நிறைந்த பலனை எதிர்பார்க்கலாம்.	ஆய்வகத்திற்கு வேண்டிய திறன்களை அடைவதற்கு அதிக வாய்ப்புகளை நல்குகின்றது.

முடிவு : இரண்டும் சிறந்த முறைகள்தாம். நமது நாட்டைப் பொருத்தவரையில், பணம் இல்லாக் காரணத்தால், செய்து காட்டல் முறையே நடைமுறையில் எளிதில் மேற்கொள்ளக் கூடியதாகும். எனினும், கலந்தாய்தல், செய்து காட்டல், சோதனைகளைத் தாமாகச் செய்தல் ஆகிய மூன்றும் கலந்த கலவை முறைதான் நடைமுறையில் சிறந்த நன்மை பயக்கும்.

4. பாடநூல் முறை

நீண்ட காலமாகவே கற்பதில் பாடநூல் பெருவழக்கில் பயின்று வந்துள்ளது. இன்றும் பெரும்பாலான பள்ளிகளில் பாடநூல், கற்கும் ஒரு முறையாகக் கையாளப்பட்டு வருவதைக் காணலாம். இம் முறைப்படி நூலிலுள்ள செய்திகளை மாணுக்கர்கள் படித்து அவற்றை ஆசிரியரிடம் திரும்பக் கூறுவர். நூலிலுள்ளவை அனைத்தும் மாற்ற முடியாத மெய்ம்மைகளாகக் கருதப்பெறும். பாடநூல் முறையில் குறைகள் தெளிவாகப் புலனுயினும், அறிவியல் கற்றலில் பாடநூலைப் பயன்படுத்தும் வழக்கம் எதிர்காலத்தில் இருக்கத்தான் செய்யும்; அதை அறவே நீக்க முடியாது.

பயன்கள்: சரியான முறையில் கையாண்டால், அறிவியல் கற்பதில் பாடநூல் ஒரு முக்கிய சாதனமாகத் திகழும். செய்திகளை அறிவதற்குப் பாடநூல் ஒன்றுதான் மூலம் என்ற வழக்கம் இருந்தால், மாணுக்கர்களுக்குத் தவருன கருத்து ஏற்படக்கூடும்; அதன் உண்மையான மதிப்பு சரியான முறையில் அமையாமல் போகவும் கூடும். ஒரே நூலைப் பயன்படுத்துவதைவிட, பல்வேறு நூல்களைப் பார்க்கும் பழக்கத்தை உண்டாக்கிவிட்டால் மாணுக்கர்கள் பல்வேறு மூலங்களிலிருந்தும் செய்திகளையறியும் வழியைக் கண்டறிவர்; இதனுல் பல் பிரச்சினைகளைத் தீர்த்துக்கொள்ளும் முறைகளையும் தெரிந்துகொள்வர். இத் திட்டம் மாணுக்கரிடையே நல்ல படிக்கும் பழக்கங்களை வளர்க்கவும் செய்யும்.

அண்மைக் காலத்தில் பல்வேறு அறிவியல் துறைகளைப்பற்றியும் பல நூல்கள் வெளியிடப்பெற்றுள்ளன. அவற்றில் பல பிரச்சினைகளும் செயல் முறைகளும் காட்டப்பெற்றுள்ளன. அதே பிரச்சினைகளைத் தீர்க்கும் வழிகளைக் காட்டும் வேறு நூல்களும் மேற்கோள்களாகக் குறிப்பிடப்பெற்றுள்ளன. இம்மாதிரி ஒரே நூலை நடுநாயகமாகக்கொண்டு, பல்வேறு நூல்களைக் கற்பதில் துணையாக அமைத்துக்கொள்ளலாம். இத்தகைய நூல்கள் தமிழில் இன்னும் தோன்றவில்லை. நூல்களிலிருந்து செய்திகளைத் திரட்டிக் கோவைப் படுத்துவதே ஒரு தனிக் கலையாகும்.

5. வளர்ச்சி முறை

இ∴து ஒரு 'விதிவரு முறை'யாகும். ஒரு பிரச்சினையை எடுத்துக்கொண்டு வகுப்பு மாணுக்கர்கள் அனைவரும் சேர்ந்து இதனை ஆராய்ந்து ஒரு முடிவு காண்பர். ஆசிரியர் இடை இடையே விடுக்கும் வினுக்கள் இதற்குத் துணை புரியும்; தேவையாக இருக்கும்பொழுது அவர் சோதனைகளையும் செய்து காட்டுவார். இவ்வாறு ஆசிரியரின்

சோதனைகளாலும் வினாக்களாலும் வகுப்பு மாணாக்கர்கள் அனைவரும் ஒரு பிரச்சினையை ஆராய்ந்து முடிவு காண்பதை ஹண்டர் என்பார் 'வளர்ச்சி முறை' என்று குறிப்பர். இம் முறை ஹெர்பார்ட் என்பார் கண்டறிந்த ஐந்து படிகளை அடிப்படையாகக் கொண்டது. இதில் மாணாக்கரின் மனத்தைத் தயாரித்தல், செய்திகளைத் தருதல், இணைத்துக் காட்டல், பொது விதியாக்கல், விதியை அநுபவத்தில் கையாளுதல் என்ற ஐந்து படிகள் உள.

முதற்படி : கற்பித்தலில் ஆசிரியர் கையாளும் எல்லா முறைகளுக்கும் இம் முறைதான் அடிப்படையை நல்கியது என்று துணிந்து கூறிவிடலாம். முதற்படியில் ஆசிரியர் சில வினாக்களை விடுத்து மாணாக்கர்களின் முன்னறிவைச் சோதிப்பார். இதனால் மாணாக்கர்களிடம் கற்பதில் ஆர்வம் எழுப்பப்பெற்று அந்த ஆர்வம் நிலையாகவும் அமையும். ஆசிரியர் தெளிவிலிருந்து சிக்கலுக்குப் போவார். நிறைமதியினர், நடுநிலை மதியினர், குறை மதியினர் ஆகிய அனைவரையும் புரிந்துகொள்ளும் நிலையில் கொண்டுசெலுத்துவதற்கு ஆசிரியர் பாட நோக்கத்தைக் கூறி அதைக் கரும்பலகையிலும் எழுதுவார்.

இரண்டாவது படி : இரண்டாம் நிலையில் செய்திகளைத் தருங்கால் புதியவை பழையனவற்றுடன் இணைக்கப்பெறும். சிந்தனையைக் கிளறும் வினாக்களை விடுத்து ஆராயவேண்டிய பிரச்சினை திட்டமாக உருவாக்கப்பெறும். செய்திகளை உணர்த்துவதற்குத் துணைக்கருவிகளும் பிற சாதனங்களும் காட்டப்பெறும். ஆசிரியர் சிறப்பிலிருந்து பொதுவிற்குச் சென்று விதிவரு முறையை மேற்கொள்ளுவார். அன்றியும், இங்கு விதிவரு நெறியும் விதி விளக்கு நெறியும் மாறிமாறிக் கையாளப்பெறும். ஆசிரியரும் மாணாக்கர்களும் நெருங்கிய உறவு கொண்டு பிரச்சினையை ஆராய்வர். மாணாக்கரின் எல்லாப் பொறிகளும் செயற்பட்டு அவர்களின் அறிவு விளக்கம் அடையும் ; கற்கும் பாடத்திலும் தெளிவு பிறக்கும்.

மூன்றாவது படி : மூன்றும் நிலையில் பொருள்கள் அல்லது செய்திகள் ஒப்பிடப்பெறும். சில பொதுப் பண்புகளைக்கொண்டு ஒப்பிடுதல் நடைபெறும். எடுத்துக்காட்டு : சில பொருள்கள் இயங்குகின்றன ; சில நிலைத்து நிற்கின்றன. முதல் வகையைப் 'பிராணிகள்' என்றும் , இரண்டாம் வகையைத் 'தாவரங்கள்' என்றும் குறிப்பிடுகின்றோம். இந்த இரண்டு வகையிலிருந்தும் இன்னும் பல பிரிவுகளைக் காணலாம். பொருள்களிடம் ஒற்றுமை, வேற்றுமை காணுதலையே ஒப்பிடுதல் என்று கூறுவர்.

நான்காவது படி : ஒரு குறிப்பிட்ட பாடத்தில் மூன்றாவது படி இருந்தால், நான்காவது படியும் இருக்கும். எடுத்துக்காட்டு : சில திரவங்கள் அரிக்கும் தன்மையுடையவை; உலோகங்களைக் கரைக்கும்

ஆற்றல் உடையவை ; புளிப்புச் சுவையுடையவை ; நீல இலிட்மசை சிவப்பு நிறமாக்கக்கூடியவை. அவை 'அமிலங்கள்' என்ற பிரிவில் அடங்கும். மேற்கூறிய தன்மைகள் இருக்கும் திரவங்களை 'அமிலங்கள்' என்று கூறலாம். இப் படியில் பொதுவிலிருந்தும் சிறப்பிற்குச் செல்லலாம். ஒரு திரவத்தை எடுத்துக்கொண்டு (எ-டு. ஹைட்ரோ குளோரிக அமிலம்) இப்பண்புகள் அதனிடம் இருக்கின்றனவா என்று காணல் ; அதை அமிலம் என்றே திட்டமாக உறுதிப்படுத்துதல்.

ஐந்தாவது படி : சில பாடங்களில் ஐந்தாவது படி மிகவும் பயன்படும். எடுத்துக்காட்டாக, 'நுண்ணுயிரிகள்' பற்றிய பாடத்தில் உயிரிகள் அதிக வெப்ப நிலையில் இறந்துபடும் என்ற மெய்ம்மை எவ்வாறு வாழ்க்கையில் பயன்படுகின்றது என்பதை மாணுக்கர்களிட மிருந்து வருவிக்கலாம் ; அல்லது ஆசிரியரே கூறலாம். மருத்துவர் அறுவை சிகிச்சை செய்வதற்கு முன்பும், செய்த பிறகும் கத்தி முதலிய கருவிகளை ஏன் கொதிநீரில் போட்டு வைக்கின்றுர் என்பதை வினவி மேற்கண்ட மெய்ம்மை வாழ்க்கையில் பயன்படுவதை உணர்த்தலாம்.

நிறைகள் : இம் முறையினுல் குறுகிய காலத்தில் அதிகம் கற்பிக்கலாம். கற்றலில் ஆசிரியர்—மாணுக்கர் உறவு நல்ல முறையில் ஏற்படுவதற்கு வாய்ப்புகள் உள்ளன. ஒரு பிரச்சினை பல கோணங்களில் ஆராயப்பெறுவதால் கற்பவை மாணுக்கரின் மனத்தில் நன்கு நிலைத்து நிற்கும். இம் முறையினுல் மாணுக்கரிடம் கவர்ச்சியும் ஆர்வமும் எழுப்பப்பெறுகின்றன ; அவர்களது சிந்தனையும் தூண்டப் பெறுகின்றது ; பாடத்தில் கவனம் நிலை நிறுத்தப்பெறுகின்றது. வினுக்கள் நன்முறையில் அமைந்து திறமையாக விடுக்கப்பெற்ருல் இம் முறையில் பெரும்பயனைக் காணலாம்.

குறைகள் : கற்றலில் மாணுக்கர் பங்கு கொண்டாலும், அவர்கள் தனித் தனியாகக் கற்கும் வாய்ப்பு இல்லை. குழுவாகக் கற்பதிலுள்ள குறைகள் யாவும் இங்கு இருக்க இடம் உண்டு. துணைக்கருவிகளைக் கையாளும் வாய்ப்பினைப்பெற இடமே இல்லை ; அறிவியல் பாடத்தின் முக்கிய பகுதியாகிய இத் திறன் மாணுக்கர்கள் பெற முடியாது போகின்றது. பிற முறைகளுடன் கலந்து இம் முறையை மேற் கொண்டால் நல்ல பலனைக் காணலாம்.

6. வரலாற்று முறை

சில ஆசிரியர்கள் அறிவியலை வரலாற்றுமுறையில் கற்பிக்க விழைகின்றனர். சில விதிகளையும் தத்துவங்களையும் மெய்ப்பித்துக் காட்டிக் கற்பிப்பதைவிட தொடக்கத்திலிருந்து அறிவியல் பல படிகளாக வளர்ந்துவந்த வரலாற்று நிகழ்ச்சிகளுடன் கற்பிக்கப் பெற்ருல் சாலப் பயன்தரும் என்று அவர்கள் கருதுகின்றனர். அறிவியல் மனித முயற்சியையும் உயிர்த் தத்துவத்தையும் காட்டும்

ஒரு கலை. இன்றைய அறிவியல் பாடத்தில் இப் பண்புகள் சரியாகக் காட்டப்பெறுவதில்லை. பாடத்திட்டத்தில் இத்தகைய பண்புகளைக் காட்டும் நிகழ்ச்சிகள் சேர்க்கப்பெறுதல் வேண்டும். வரலாற்று முறையில் கற்பித்தால் இத்தகைய வாய்ப்புகள் உண்டாகும். கருதுகோள்களிலிருந்து மனிதன் எடுத்த முயற்சிகளைக் கண்டு நவீன ஆராய்ச்சி முறைகள் வரை அவன் சாதித்த செயல்களை வரலாற்று முறையில் வைத்துக் கற்பிக்கப்பெற்றால் அவற்றை மாணாக்கர் ஆர்வத்துடன் பயில்வர். அவர்களின் கற்பனைத்திறனும் சிந்தனை ஆற்றலும் விரிவடையும். வேதியியல், வானநூல், தரையியல், பௌதிக இயல் போன்ற துறைகளில் சில பகுதிகளை இம் முறையில் கற்பிக்கலாம். பல நூற்றாண்டுகளாக அறிவியல் கொள்கைகள் எவ்வாறு மாறுபட்டுள்ளன என்பதையும், ஒரு கொள்கை பிறிதொன்றால் எங்ஙனம் தள்ளப்பட்டுள்ளது என்பதையும் அறிந்து, முதன் முதலாகக் கற்கும் மாணாக்கன் மிக அண்மையில் கண்டறியப் பட்ட கொள்கையும் நிரந்தரமான உண்மையன்று என்ற நம்பிக்கை கொள்ள முடியும். அப்பொழுதுதான் அவனுக்கு அறிவியல் மனப்பான்மை ஏற்படும். இதுகாறும் பள்ளி அறிவியல் பாடத் திட்டங்களிலோ பாடநூல்களிலோ இம் முறை சரியான நெறியில் கையாளப்பெறவில்லை.

அறிவியல் அறிஞர்களின் வாழ்க்கையில் நேரிட்ட சில கவர்ச்சிகர மான நிகழ்ச்சிகள், சில கண்டுபிடிப்புகளில் நேரிட்ட விசித்திரமான சம்பவங்கள் ஆகியவற்றைக் காரண காரிய முறையில் அமைத்து ஒரு பாடத்திட்டத்தை உருவாக்கலாம். இதனால் நிறைந்த பயன் உண்டாகும்; இது கற்போரின் அறிவுப் பசிக்கு நல்ல விருந்தாக அமையக்கூடும். ஒரு சில அறிஞர்களின் சேவையால்தான் அறிவியல் கலை வளர்ந்துள்ளது என்ற மெய்ம்மையையும் அறியலாம். அவர்களை வெற்றிப்பாதையில் கொண்டுசெலுத்திய அரிய பண்புகள் யாவை என்பதையும் அவர்கள் சிந்திக்க இங்கு இடம் உண்டு.

சில ஆசிரியர்களின் மனத்தைச் சிறந்த அறிவியல் அறிஞர்களின் வாழ்க்கை வரலாறுகள் கவர்ந்துள்ளன; அவ்வறிஞர்களின் அருஞ் செயல்கள் அவர்களது சிந்தனையைக் கிளறியுள்ளன. அறிவியல் அறிஞர்களின் வாழ்க்கையையும் சேவையையும் அமைத்து மனநிறைவு பெறும் முறையில் ஒரு பாடத்திட்டத்தை வகுத்துக்கொண்டு கற்பிக்கலாம் என்று அந்த ஆசிரியர்கள் கருதுகின்றனர். எடுத்துக் காட்டுகளாக, **காபர்னிகஸ், கலிலியோ, ஐசாக் நியூட்டன், கில்பார்ட், ஹார்வி, பாயில், பிரீஸ்டிலி, லெவாய்ஸர், டேவி, ஃபாரடே, பாஸ்டர், லிஸ்டர்** ஆகியோர்கள் கண்ட அருஞ்செயல்களின் வரலாறுகளை நடுவாக அமைத்துக்கொண்டு பாடத்திட்டங்களை வகுக்கலாம். இந்தச் செய்தி களை நாடகப் பாணியுடன் எடுத்து விளக்கினால் அவை மாணாக்கரின்

சிந்தையைக் கவர்ந்து கற்பதில் ஆர்வத்தை எழுப்பும். ஒவ்வொரு ஆசிரியரும் தாம் கற்பிக்கும் பாடங்களில் அடிக்கடி இத்தகைய நிகழ்ச்சிகளைக் கலந்து கற்பிக்க வேண்டும்.

படிவளர்ச்சிப் பாணியை அமைத்தும் இம்முறையைக் கையாளலாம். அறிவியலில் சில பகுதிகள் வளர்ந்த வரலாற்றை இம் முறையில் அமைத்துக் காட்டலாம். இம் முறை கால ஒழுங்கை வற்புறுத்துகின்றது. இதனால் அவ்வக்கால அறிவுநிலைக் கேற்றவாறு கொள்கைகள் தோன்றினமையும், புதிய கருத்துகள் வெளியானமையும், பழங்கொள்கைகள் நீக்கப்பட்டமையும் தெளிவாகின்றன.

பயன்கள் : இம் முறையால் கிடைக்கும் கல்விப் பயன் மிகவும் பெரிது. சோதனைகளின் விளைவுகளைக் கொள்கைகளின் முன்னர் வைத்து ஒப்பிட்டுப் பார்க்காததால் எவ்வாறு முன்னேற்றம் தடைப் பட்டது என்பதைத் தெளிவாக உணர முடிகின்றது. பழங்கொள்கை கள் யாவும் தவறு என்ற கருத்தையும், புதிய கொள்கைகள் யாவும் சரி என்ற எண்ணத்தையும் மனத்திலிருந்து அகற்றத் துணை செய்கின்றது. ஆனால், பல பகுதிகளை இம் முறையில் கற்பிக்க முடியாது. எரிதல், கரைசல்பற்றிய கொள்கைகள் போன்ற ஒரு சிலவற்றையே இம் முறையில் அமைத்துக் கற்பிக்கலாம்.

சமூக முறையிலும் வரலாற்று முறையை அமைத்துக் கொள்ள முடியும். அறிவியல் சமூகத்தின் முயற்சியே என்பதை விளக்கும் வகையில் பாடத்திட்டத்தை வகுத்துக் கொள்ளலாம். இம் முயற்சியால் சமுதாயமே மாறி அமைகின்றது என்பதை உணர்த்தலாம். நாட்டில் வாழும் ஒவ்வொருவருடைய அவசரப் பிரச்சினைகளைத் தீர்ப்பதில் எவ்வாறு அறிவியல் அறிஞர்கள் பங்கு கொண்டுள்ளனர் என்பதையும், 'அறிவே ஆற்றல்' என்ற பழமொழிக் கிணங்க, புதிதாகக் கண்டறியும் அறிவால் பெறும் ஆற்றலை (எ-டு அணுவின் ஆற்றல்) நன்முறையில் பயன்படுத்தினால் எவ்வாறு மனித நலத்தை உயர்த்தலாம் என்பதையும் தெளிவாக எடுத்துக்காட்டலாம். இம் முறையை அனுசரித்து ஒரு சில நூல்களும் வெளிவந்துள்ளன.[1] பள்ளிப் பாடத்திட்டங்கள் நாளடைவில் இம் முறையையொட்டி மாறுபடலாம். ஆனால், அதனால் பெறும் பயனோ பெரிதன்று. இம் முறையில் கற்பிக்கும்பொழுது குழந்தைகள் அதிக ஆர்வம் காட்டுவதில்லை ; வளர்ந்தவர்களுக்கு இம் முறை ஒருவாறு நன்கு பயன்படக்கூடும்.

1. Prof. Hogben: Mathematics for the Million and Science for the Citizen.

7. பயிற்றும் முறைகள்—2

நவீன கல்வி அறிஞர்கள் கண்ட ஒரு சில புதிய முறைகளை ஈண்டுக் காண்போம்.

1. தாமாகக் கண்டறியும் முறை

கி.பி. 1790-இல் பிரீஸ்டிலி என்பார் வேதியியலைப் பள்ளிப் பாடமாக்க வேண்டும் என்றும், கண்டறியும் பாணியில் அதனைப் பயிற்ற வேண்டும் என்றும் கூறினர். பெஸ்டலாஸி, லாக்கே, ரூஸோ என்ற அறிஞர்களும் இம்முறையில் கற்பித்தலே சாலப் பயன் தரும் என்று கருதினவர்கள். குழந்தையின் தனிவீறை ஆசிரியர் நன்கு மதிக்க வேண்டும் என்றும், ஆராய்ச்சிதான் செய்திகளை யறிந்து கொள்ளச் சிறந்த வழியாகும் என்றும் கூறினர் பிரீஸ்டிலி ; புதியது புனைந்த அறிவியலறிஞன் சென்ற வழியிலேயே குழந்தைகளையும் செலுத்தும் முறை யொன்றினைக் காண வேண்டும் என்று எண்ணினர். ரூஸோவின் முறையும் இப் பாணியையே அவாவி நின்றது. குழந்தை செய்திகளை மனப்பாடம் செய்து அறிவியலைக் கற்பதைத் தவிர்த்து, தன் சொந்த முயற்சியால் விதிகளைக் காண வேண்டும் என்பது ரூஸோவின் ஆசை. இந் நிலையில் கி. பி. 1889-இல் இங்கிலாந்து நாட்டில் எச். இ. ஆர்ம்ஸ்ட்ராங் என்பார் தாமாகக் கண்டறியும் கொள்கையை வேதியியல், பௌதிக இயல் ஆகிய பாடங்களைப் பயிற்றுதலில் கையாண்டார்.

ஆர்ம்ஸ்ட்ராங் கருத்துப்படி ஆசிரியர் மாணக்கனைப் புதிய பொருளைக் கண்டறியும் அறிவியல் அறிஞன் நிலையில் வைத்து விதியினையோ பிறவற்றையோ தானகக் கண்டறியும் வாய்ப்பினை நல்க வேண்டும். தொடக்கநிலைப் பள்ளிச் சிறுர்களிடமும் உற்று நோக்கல் திறனை வளர்க்க வேண்டும் என்றும், பாடநூலிலிருந்து வெறும் கொள்கைகளை மனப்பாடமாகக் கற்பதை நிறுத்தி அவற்றை மாணக்கன் தானகவே கண்டறிய வேண்டும் என்றும், செய்திகளை வாளாயிருந்து வாங்கிக் கொள்வதை நீக்கிச் சிந்தனைக்கு வேலை தரும் முறையில் அவற்றைப் பெறுதல் வேண்டும் என்றும் ஆர்ம்ஸ்ட்ராங் கருதினர். இம் முறையைப்பற்றி அவர் கூறுவதாவது : "புதிதாகக்

கண்டறியும் அறிவியல் அறிஞனின் நிலையில் மாணுக்கர்களை வைத்துக் கற்பித்தலே தாமாகக் கண்டறியும் முறைகளாகும்; இம் முறைகளினல் மாணுக்கர்களுக்குச் செய்திகளை அறிவித்தலுக்குப் பதிலாக அவர்களே அவற்றைக் கண்டறிகின்றனர்."[1]

இம்முறைப்படி கற்பிக்குங்கால் பாடநூல்கள் கையாளப் பெறுவதில்லை; மாணுக்கர்களுக்கு ஆசிரியரால் எவ்வித உதவியும் இல்லை; கற்பதில் கால வரையறையும் இல்லை. ஆய்வகத்தில் அவர்கள் அறிவியல் அறிஞர்களின் நிலையிலிருந்துகொண்டு சோதனைகள் நடத்துவர். தாமாகவே செய்திகளை அறிவர்; கருதுகோள்களைக் காண்பர்; விதிகளை உண்டாக்குவர். அவர்களுக்குத் தேவையான துணைக்கருவிகளும் பிற சாதனங்களும் மட்டிலுந்தான் கொடுக்கப் பெறும். அவற்றைக் கையாளும்பொழுது அவர்களது மனத்தில் பிரச்சினைகள் எழும். பிரச்சினைகளே எழா நிலையில் ஆசிரியர் அவர்களது கவனத்தைப் பிரச்சினைகளுக்குக் கொண்டுசெலுத்துவார்; ஆனல் அவற்றைத் தீர்ப்பதில் அவர் மிகக் குறைந்த அளவுதான் உதவி செய்வார். குழந்தைகளின் அறிவுநிலைக்கு ஏற்றவாறு அப்பிரச்சினைகளின் படிகள் கணிக்கப்பெறும். எடுத்துக்காட்டாக சிறிதளவு மக்னீஷியச் சுருள்களை அவர்களிடம் தந்து, நிறை பார்த்துச் சூடாக்கச் செய்வார்; மேற்படி சுருள் எரிந்த பிறகு மீண்டும் அதை நிறுத்துப் பார்க்க வேண்டும். எடையில் காணும் வேற்றுமைக்கு மாணுக்கர்கள் காரணம் கூறி விளக்குவர். இம்மாதிரி அவர்கள் உற்று நோக்கலிலிருந்து சிந்திப்பதற்குத் தூண்டப்பெறுவர்.

இம்முறையை ஆதரிப்போர் இம்முறைக்கேற்ற பகுதிகளை முன்னர்க் கற்பித்தல் வேண்டும் என்று கூறுகின்றனர். இவ்வாறு கற்பிப்பதால் மலர்கள், இலைகள், பிராணிகள், பறவைகள், வானவில் முதலிய இயற்கைப் பொருள்களிடமோ அல்லது இயற்கைச் செயல்களிடமோ அவர்களுக்குக் கவர்ச்சி ஏற்படும் என்பது அவர்களின் கருத்து. கவர்ச்சி ஏற்பட்டால் மாணுக்கர்கள் அவற்றைக் கூர்ந்து கவனிப்பர்; இதனல் சரியான சிந்தனைக்கும் கற்பனைத் திறனுக்கும் வழியேற்படும். இதனல் மாணுக்கர்களிடம் துணைக் கருவிகளையும் வேறு பொருள்களையும் சரியான முறையில் பொருத்திக் கையாளும் வழிகள் தோன்றும். கூடியவரை பொருள்களை வீணுக்காது சிக்கனமாகக் கையாள வேண்டும் என்பதை மட்டிலும் ஆசிரியர் அறிவித்து மாணுக்கர்களை உற்சாகப்படுத்தினல் போதுமானது.

நிறைகள் : இம்முறையில் பல நிறைகள் உள. கற்பிப்பதில் குழந்தைகளுக்கு முதல் இடம் தரப்பெறுகின்றது. மாணுக்கர்களிடம்

1. "Heuristic methods of teaching are methods which involve our placing students as far as possible in the attitude of the discoverer, methods which involve their finding out instead of being merely told about things."
—Prof. H. E. Armstrong.

கவர்ச்சியை எழுப்பி, அதைத் தொடர்ந்து அவர்களிடம் நிலை நிறுத்துவதற்குச் சிறந்த வழியாக அமைகின்றது. பொருள்களைத் தாமாகவே உற்று நோக்கவும் மாணுக்கர்களிடம் ஒருவித விழிப்பை உண்டாக்கிப் புதியவற்றைக் கற்பதில் ஆர்வத்தை எழுப்பவும் துணை செய்கின்றது. ஆய்வகத்திற்கு வேண்டிய பயிற்சியை நல்குவதுடன், அங்குப் பல்வேறு பொருள்களையும் துணைக்கருவிகளையும், கையாளும் திறன்களை எய்த வழியாக அமைகின்றது. ஒரு பகுதியைக் கற்பதைவிட அதைக் கற்கும் முறையில் சரியான மனப்பான்மையை உண்டாக்குகின்றது; அதனுல் பெறும் அறிவியல் மனப்பான்மை எதிர்காலத்தில் பெருந் துணையாக இருக்கும். சோதனைகளால் காணும் முடிவுகளின் தன்மையையும் தரத்தையும் மாணுக்கர்கள் நன்கு உணர்கின்றனர்.

குறைகள் : இம்முறையில் சில குறைகளும் காட்டப்பெறுகின்றன. இம்முறை கற்கும் பாணியினைமட்டிலும் அதிகமாக வற்புறுத்துவதால் அஃது அறிவியல் அறிவைப் பரப்புவதிலும், புரிந்துகொள்ளும் மனப் பான்மையை உண்டாக்குவதிலும் கவனம் செலுத்தவில்லை என்று கூறப் படுகின்றது. அதிக உதவி அளிக்கப்பெருததால் மாணுக்கர்களிடம் தோன்றும் கவர்ச்சி விரைவில் தேய்ந்து போகக் கூடும். அறிவியல் அறிஞர்கள் நீண்ட நாட்கள் உழைத்துக் கண்டறிந்த மெய்ம்மைகளை யெல்லாம் ஒன்றுமறியாச் சிறுவர்கள் பள்ளி நேரங்களில் சோதனை களால் கண்டறிய வேண்டும் என்று எதிர்பார்ப்பது 'குருவித் தலையில் பனங்காயை வைத்துக் கட்டுவது' போலாகும். இதனுல் காலச் செலவும், பயில்வதில் வாய்ப்புக் குறைவும் உண்டாகின்றன. எல்லாக் குழந்தைகளையுமே இளம் பாஸ்டர் என்றோ இளம் நியூட்டன் என்றோ எண்ணி இம்முறையில் இறங்குவது தவறு; உளவியல் மெய்ம்மைகளுக் கும் சிறிதும் பொருந்தாது. தேவையான அளவு முன்னறிவு இன்றி அறிவியல் விதிகளையும் கொள்கைகளையும் கண்டறிய முனைவது அறிவுக்குகந்த செயல் அன்று; எனவே, இதைப் பள்ளியில் மேற் கொள்வது நடைமுறைக்கு ஏற்றதும் அன்று. மாணுக்கர்களுக்குப் பாட நோக்கம் முன்னரே அறிவிக்கப்படாததால் அவர்கள் குருடன் தடவிச் செல்வது போல் தடவிச் சென்று காலத்தைக் கொன்னே கழிப்பதால், இம்முறை மிகவும் மெள்ளச் செல்லுகின்றது. ஆசிரியர் பத்து நிமிடங்களில் தெரிவிக்கக்கூடிய செய்திகளை இம்முறையால் அறிவதற்குப் பத்து மணி நேரமும் அதற்கு மேலும் ஆகலாம். அறிவியல் துறையில் கண்டறிந்த மெய்ம்மைகள் யாவும் தனிப்பட்ட ஒருவரது முயற்சியால் அறிந்தவை அல்ல; பல்வேறு அறிஞர்கள் பாடு பட்டு அறிந்தவையாகும் அவை. மலேரியா நோயைத் தீர்க்கும் வழி களில் அதிகமாகக் கண்டறிந்தது யார் என்பதுபற்றி **ரோனுல்டு ராஸ், கிரேஸி** (Grassi) என்ற அறிஞர்களிடையே நிகழ்ந்த பூசல் இதனை

நன்கு விளக்கும். அன்றியும், முன்னோர் சென்ற வழியில்தான் பின்னோரும் சென்றனர். எடுத்துக்காட்டாக ஹேல்ஸ் என்பாரின் ஆராய்ச்சி பிரீஸ்டிலிக்கு வழி காட்டியது. பிரீஸ்டிலியின் ஆராய்ச்சி லெவாய்ஸருக்கு வழி யமைத்தது. பல்லாண்டுகள் இப்பெரியார்கள் உழைத்த பிறகு ஒரு சில பிரச்சினைகளைத்தான் தீர்க்க முடிந்தது. உண்மை இங்ஙனமிருக்க, பள்ளிச்சிறுர்களிடம் என்ன கண்டுபிடிப்பை எதிர் பார்க்க முடியும்? மிகத் திறமையான ஆசிரியர் ஒருவர் மிகவும் சிறிய வகுப்பை (நான்கு பேர் அடங்கியுள்ளது) மேற்கொண்டால்தான் இம்முறையால் சிறிதளவாவது பயன் காணலாம். அதுவும் அநுபவத்தில் சாத்தியமல்ல. ஆய்வகத்தில் நடைபெறும் சோதனைகளை மட்டிலும் கையாண்டு மாணுக்கர்களிடம் நிரந்தரமான கருத்துகளை உண்டாக்க முடியாது; அவை தொடர்புடனும் இருத்தல் முடியாது. இவ்வாறு தொடர்பற்று இருக்கும் இடைவெளி அறிவை 'சொல்லும் முறையால்' நிரப்புவதற்கு இம்முறையில் வாய்ப்பு இல்லை. நடைமுறையிலுள்ள பள்ளிப் பாடவேளைப் பட்டியில் (Time table) இம்முறையைப் பொருத்துவது குதிரைக் கொம்பாகும். அறிவியலிலுள்ள எல்லாப் பகுதிகளையும் இம்முறையால் கற்க முடியும் என்று எண்ணுவது தவறு. மாணுக்கர்களும் சோதனைகள்தாம் அறிவியல் என்ற தவருன முடிவுக்கு வந்து அறிவியலைப்பற்றியே தவருன கருத்துகளைப் பெறுகின்றனர். பௌதிக இயல், வேதியியல் போன்ற துறைகளில்கூட அனைத்தையும் சோதனைகளால் கற்க முடியும் என்று கூற இயலாது. சோதனைகளுக்கு இணங்குகின்றன என்பதற்காகவே சில பகுதிகள் பாடங்களாக அமைகின்றன; செய்ய வேண்டும் என்பதற்காகவே மாணுக்கர்கள் அறிவுக்கும் திறனுக்கும் அப்பாற்பட்ட சோதனைகள் மேற்கொள்ளப்பெறுகின்றன. எனவே, கற்க வேண்டிய அறிவியல் பகுதி குறைவுபட்டு மாணுக்கர்கள் குறைந்த அறிவுடன் பள்ளியை விட்டு வெளியேறுகின்றனர். புதியது புனைந்த அறிவியல் அறிஞர்களின் அருஞ்செயல்களைப்பற்றிக் கூறும் வரலாற்று அறிவு அவர்கள் பெற முடியாது போகின்றது.[1]

மாணுக்கர்கள் அனைத்தையுமே கண்டறிகின்றனர் என்று கூறுவதெல்லாம் மிகைப்படக் கூறுவதாகும். ஒன்றுமறியாச் சிறுவர்கள் என்ன காண முடியும்? வேண்டுமானால் மேசை அறையில் மறைந்து கிடக்கும் சோதனைக் குழாயைக் கண்டறியலாம்; பல மெய்ம்மைகளுக்கிடையே மறைந்து கிடக்கும் அறிவியல் விதியை அவர்கள் எங்ஙனம் காண இயலும்? தனக்குத் தெரிந்தவற்றையே அறியாதவன் போல்

1 "The romance of modern scientific discovery and invention is a sealed book to them and the humanizing influence of the subject has been kept entirely from them."

—Westaway (Science Teaching p. 69.)

இருந்து சோதனைகளால் காண முனைவது ஒரு பெரிய பித்தலாட்டம்; தாமாக அதைக் கண்டறிகின்றனர் என்று அவர்களை எண்ணச் செய்வதும் அவர்களுக்குத் தீங்கு விளைவிப்பதாகும். எல்லாவற்றை யும்விட அறிவுத் துறையில் மிகவும் வேண்டப்படுவது நாணயமே (Honesty); யோக்கியதையே.

மாற்றியமைக்கப்பட்ட முறை: மேற்கூறியவாறு பல குறைகள் இருப்பினும், அவற்றை ஓரளவு நீக்கி நடைமுறைக்கேற்றவாறு இம் முறையை மாற்றி அமைத்துக் கொள்ளலாம். அதைச் சிறிது காண்போம்:

(1) கற்பித்தலைப் பிரச்சினைப் பாங்குடன் (Problematic) அமைக்கவேண்டும். முதன் முதலாக் கண்டறிந்த அறிவியலறிஞன் எத்தனையோ பிரச்சினைகளில் பங்கு கொண்டிருந்திருக்கலாம்; எனவே, ஆசிரியர் மாணுக்கர் விரும்பி ஏற்கும் பிரச்சினைகளை மட்டிலும் தேர்ந் தெடுக்கும் வாய்ப்பினை நல்கவேண்டும். தேர்ந்தெடுக்கப்பெற்ற வினாக்களைக்கொண்டு பிரச்சினைகளைத் தீர்க்கும் வழிகளில் அவர்களைக் கொண்டுசெலுத்தவேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக பூச்சிகளால் மகரந்தக் கலப்பு நடைபெறும் பூக்களைப்பற்றிய பாடத்தில் பாடநோக்கத்தை ஒரு பிரச்சினை போல் கூறலாம். "இன்று சில பூக்களைச் சோதித்து, அவற்றில் எவ்வாறு யாவரால் மகரந்தக் கலப்பு நடைபெறுகின்றது என்பதைக் காண்போம்" என்று கூறிக் குழந்தைகளிடம் கவர்ச்சியை உண்டாக்கி விடுப்பூக்கத்தைத் தூண்டலாம்; குழந்தைகளும் தாமாகக் கண்டறிவதில் முயற்சி எடுப்பர்.

(2) பாடத்தைப் படிக்கத் தொடங்குவதற்கு முன்னர் மாணுக்கர் கள் பாட நோக்கத்தை நன்கு அறிதல் வேண்டும். ஒரு பிரச்சினையை எடுத்துக்கொள்ளும்பொழுது, அதை ஆசிரியர் நன்கு சிக்கறுத்து மாணுக்கர்கட்கு அதன் நோக்கத்தைத் தெளிவாக்குதல் வேண்டும். தமக்குத் தெளிவாக இருப்பது போலவே, மாணுக்கர்கட்கும் தெளிவாக இருக்கும் என்று ஆசிரியர் தவருகக் கருதி நோக்கத்தைத் தெளிவாக்க மறந்துவிடுதல் கூடாது.

(3) இயன்றவரை விரிவுரை முறையை ஆசிரியர் தவிர்த்தல் வேண்டும். சரியான உற்றுநோக்கல், மெய்ம்மைகளைச் சேகரித்தல், தாமாகக் கண்டறிதல் ஆகியவற்றை மாணுக்கர்களிடம் தோன்ற ஆசிரியர் வகுப்பில் வாய்ப்புகளை நல்கவேண்டும். சோதனைகளைச் செய்யத் தொடங்குவதற்கு முன்னர் வாய்மொழியால் கலந்து ஆய்ந்து (Oral discussion) அதன் மூலம் துணைக்கருவிகளை அமைக்கும் முறை, அதில் நேரிடக்கூடிய ஒரு சில தவறுகள், சோதனையைச் செய்யும் முறை முதலியவைபற்றிய விவரங்களை மாணுக்கர்களிடமிருந்தே வருவித்தல் வேண்டும்.

(4) ஆசிரியருக்கும் மாணுக்கருக்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பு சரியான நிலையில் இருக்க வேண்டும். ஆசிரியர் அதிகமாகவும் உதவி செய்தல் கூடாது ; உதவி செய்யாமலும் இருத்தல் ஆகாது ; கற்பித்தலில் இருவரிடையேயும் சதா தொடர்பு இருந்துகொண்டிருத்தல் வேண்டும். குழந்தைகள் தாமாகவே முடிவு காணும் வாய்ப்புகளைப் பெற்ருல், கற்றலில் நல்ல வெற்றி காணலாம் ; காணமுடியும்.

முடிவு : தாமாகக் கண்டறியும் முறையில் குறைகள் இருப்பினும், தாமாகக் கண்டறியும் மனப்பான்மை அறிவியல் துறைக்கு மிகவும் வேண்டப்படுவதொன்று. பள்ளி வாழ்வில் இம் மனப்பான்மையை மாணுக்கர்களிடம் உண்டாக்க ஆசிரியர் தம்மாலாவனவற்றையெல்லாம் செய்தல் வேண்டும். நல்ல வினக்களை விடுக்கும் திறன் கைவரப் பெற்ற ஆசிரியர்களாக இருந்தால், கீழ் வகுப்புகளிலும் இம் மனப்பான்மையை உண்டாக்க முடியும். எடுத்துக்காட்டுகளாக வண்ணுத்திப் பூச்சி, கொசு, தவளை போன்றவற்றின் வாழ்க்கை வரலாற்றைக் கற்பிக்கும்பொழுது இதை நன்கு எய்துவிக்கலாம். கீழ் வகுப்புகளில் சில பகுதிகளையாயினும் இம்முறையில் கற்பித்தல் சாலப் பயன் தரும்.

2. பிரச்சினை முறை

பிரச்சினை முறை தாமாகக் கண்டறியும் முறையிலிருந்து தோன்றியது என்று கருதலாம். வகுப்பறையில் நடத்தப்பெற்ற ஆராய்ச்சியின் விளைவாக மாணுக்கர் மனத்தில் தாளுகப் பிரச்சினை எழவேண்டும் என்பது இம் முறையின் குறிக்கோளாகும். இவ்வாறு பிரச்சினை எழாவிடில் மாணுக்கர்களிடம் ஒரு பிரச்சினை அல்லது ஒரே பாடத்தில் பல பிரச்சினைகளை எழுப்புவதற்கு வழி கோலலாம். கரும் பலகையின் துணைக்கொண்டு அவர்களிடம் பல பிரச்சினைகள் தோன்றச் செய்யலாம்.

இம் முறையில், தாமாகக் கண்டறியும் முறை போலல்லாது, தேவையானபொழுது ஆசிரியர் மாணுக்கர்களுக்குக் குறிப்புகளைத் தருவார். வகுப்பில் மாணுக்கர்கள் தனித்தனியாகவோ குழுக்களாகவோ இருந்துகொண்டு பிரச்சினைகளைத் தீர்ப்பர். சோதனைகளைக் கொண்டு பிரச்சினைகளைத் தீர்க்க நேரிடுங்கால், ஆசிரியர் சரியான வினக்களை விடுத்துத் தேவையான துணைக்கருவிகள், அவற்றைக் கையாளும் முறைகள் முதலியவற்றை மாணுக்கரிடமிருந்தே வருவிக்கலாம். இதற்கென அச்சிடப்பெற்ற கையேடுகளைக்கொண்டு இம் முறையை மேற்கொள்ளலாம். அவ்வேடுகளில் பல பிரச்சினைகள் காட்டப்பெற்றிருக்கும். ஒவ்வொன்றின் கீழும் அவற்றைத் தீர்க்கும் குறிப்புகள், வழிகள் முதலியவை காணப்படும். எழுதுவதற்கும்

படங்கள் வரைவதற்கும் வேண்டிய அளவு இடமும் அதில் இருக்கும். சிந்தனையைக் கிளறும் சில வினக்களையும் அவ்வேடுகளில் காணலாம்.

இம்முறை கவர்ச்சிகரமானதாகவும் அறிவூட்டவல்லதாகவும் அமைடவேண்டுமானால் தேர்ந்தெடுக்கப்பெற்ற பிரச்சினைகள் தெளிவிலிருந்து சிக்கலுக்குப் போகும் முறையில் படிப்படியாக அமைத்து இருத்தல்வேண்டும். அன்றியும், அவை உற்சாகம் ஊட்டும் முறையிலும் அமைந்திருத்தல் வேண்டும்; அவற்றைப் பார்த்தவுடனே அவற்றில் மாணக்கர்கள் ஈடுபடல்வேண்டும். இன்னும் அவை புலனீடானவையாக இருந்தால், மாணக்கர்கள் இயல்பாகவே அவற்றில் ஈடுபடுவர். பிரச்சினைகளும் ஒன்ருேடொன்று தொடர்புடையனவாகவும் இணைந்தும் இருக்கவேண்டும். தொடர்பற்ற பிரச்சினைகள் அறிவியல் பாடத்திற்கு ஏலாதவை.

இம்முறையை மேற்கொள்ளும் ஆசிரியரின் முன் ஆயத்தம் திட்டமாகவும் முற்றுப்பெற்றதாகவும் இருத்தல் வேண்டும். வாய்மொழி ஆய்வாலும் திறமையான வினவலாலும் பாடத்தில் கவர்ச்சியை உண்டாக்கலாம்; ஆர்வத்தையும் எழுப்பலாம். பிரச்சினைகளைத் தீர்க்க வேண்டியதன் இன்றியமையாமையை மாணக்கர்கள் உணரச் செய்வது தான் இதன் மிகவும் முக்கியமான கூறு ஆகும்.

நிறைகள்: கற்றலின் நோக்கத்தையும் கற்கும் வழிகளையும் இம்முறை நல்குகின்றது. கற்றலில் மாணக்கர்கள் முக்கிய பங்கு கொள்ளுகின்றனர்; எனவே, இதில் பெரும் கல்விப் பயனை எதிர் பார்க்கலாம். சில பிரச்சினைகள் நிறைமதியினரை அறை கூவுவது போல அமைந்து அவர்களை ஆழ்ந்த படிப்பில் கொண்டுசெலுத்த வாய்ப்புகளைத் தருகின்றன.

குறைகள்: சிந்திக்கும் ஆற்றல் கைவரப்பெற்ற உயர்நிலைப் பள்ளி மாணக்கர்களுக்கு மட்டிலும்தான் இம்முறை ஏற்றது. பிரச்சினைகளைச் சரியான முறையில் தேர்ந்தெடுக்காவிடினும், ஆசிரியர் மாணக்கர்களுக்குச் சரியான முறையில் வழிகாட்டாவிடினும், ஆயத்தம் நல்ல முறையில் அமையாவிடினும் மாணக்கர்களின் ஆர்வம் அறிவியல் பாடத்தில் குன்றக்கூடும்.

'வளர்ச்சி முறையுடன்'[1] இம்முறை இணைந்து சென்ருல் நல்ல பலனைக் காணலாம். அறிவியல் பாடத்தில் சோதனைகள் அதிகமாகச் செய்ய வேண்டிய பகுதிகளைக் கற்பிக்கும்பொழுது இம்முறையை மேற்கொள்ளலாம்.

3. டால்ட்டன் திட்டம்

'டால்ட்டன் திட்டம்' என்பது கற்பித்தலில் மேற்கொள்ளப்பெறும் புதியதொரு முறையாகும். அமெரிக்க நாட்டில் டால்ட்டன் என்னும்

1 இந்நூல் பக்.—65

ஊரில் **ஹெலென் பார்க் ஹர்ஸ்ட்** என்னும் அம்மையார் இம்முறையை முதன் முதலாக மேற்கொண்டார். இதை நாம் ஒரு முறை என்று வழங்கினும் முறையைத் தோற்றுவித்த அம்மையார் இதைக் கல்வி பற்றிய ஒரு சீர்திருத்தமே என்றும், கற்றல், கற்பித்தல் என்ற இரண்டு செயல்களுக்கும் இஃது ஓர் உறவை உண்டாக்குகின்றது என்றும் கூறுகின்றார்.

கல்வி என்பது முக்கூட்டுச் செயல் ; மாணாக்கன், ஆசிரியர், பாடம் என்ற மூன்று துருவங்கள் அதில் உள. அந்த மூன்று துருவங்களிலும் இம்முறை முன்னேற்றமான பாதையைக் காட்டுகின்றது.

மாணாக்கன் : சாதாரணமாகப் பள்ளிகளில் குறை மதியினர், நடு நிலை மதியினர், நிறை மதியினர் ஆகிய அனைவரும் ஒரே வகுப்பில் ஒரே மாதிரியாகக் கற்பிக்கப்பெற்று வருகின்றனர். உளவியலார் மாணாக்கர் களின் நுண்ணறிவு ஈவை யொட்டி மாணாக்கர்களை இனப்படுத்தியிருப்ப தெல்லாம் நடைமுறையில் பயன்படுவதில்லை ; டால்ட்டன் திட்டத்தில் குழுவாகக் கற்பிக்கும் நிலை இல்லை. மாணாக்கர்கள் தனி நிலையில் கல்வி பயிற்றப்படுகின்றனர்.

ஆசிரியர் : டால்ட்டன் திட்டப்படி ஆசிரியர்,

" குலனருள் தெய்வம் கொள்கை மேன்மை
கலைபயில் தெளிவு கட்டுரை வன்மை
நிலம்மலை நிறைகோல் மலர்நிகர் மாட்சியும்
உலகிய லறிவோ டுயர்குணம் இனையவும்"[1]

அமைந்தவராக இருத்தல் வேண்டும். பொதுக் கல்வித் துறையிலும் தன் தொழிற்றுறையிலும் கற்றுத் துறை போய வித்தகராயிருத்தல் வேண்டும். 'தடியெடுத்தவன் எல்லாம் தண்டல்காரன்' என்றபடி வேறு வழியில்லாதவர்கள், பிற துறைகளில் ஏமாற்றமடைந்து அதனால் ஆசிரியத் தொழிலை மேற்கொண்டவர்கள் என்பவர்களுக்கெல்லாம் இங்கு இடம் இல்லை. குழந்தைகளிடம் பரிவு, தன் தொழிலில் நம்பிக்கை உடையவர்களே இங்குப் பணியாற்றத் தகுதியுடைய வர்களாவர்.

பாடம் : இதுகாறும் கற்று வந்தது போல் கல்வி அனைத்திற்கும் பயன்படும் என்று 'மொட்டை நோக்க'த்துடன் கற்கும் நிலை இங்கு இல்லை. கல்வி வாழ்க்கைக்காகவே என்ற நோக்கத்துடன் இங்குப் பயிற்றப்படுவதால், மாணாக்கர்கள் பள்ளியில் பெறும் அநுபவங்களை யும், வாழ்க்கையில் குறுக்கிடும் அநுபவங்களையும் இணைத்துக் கற்க வாய்ப்புகள் தரப்பெறுகின்றன. ஒவ்வொரு பாடத்திற்கும் தனித்தனி ஆய்வகம் உண்டு ; அங்கு அப்பாடத்திற்கு வேண்டிய சூழ்நிலை, துணைக் கருவிகள், பிற சாதனங்கள் ஆகிய யாவும் நன்முறையில் அமைந்திருக்

1. நன்னூல்—நூற்பா. 26.

கும். பள்ளி நூலகம் பாடங்களையொட்டிப் பிரிவினை செய்யப்பெற்று நல்ல சூழ்நிலையைக் கொண்டிருக்கும். ஆசிரியர் 'கல்லாலின் புடையமர்ந்த தென்முகக் கடவுள்' போல் வீற்றிருந்து மாணக்கர்களிடையே எழும் ஐயங்களை அவ்வப்பொழுது அகற்றி நன்முறையில் கற்றலில் கொண்டுசெலுத்துவார்.

ஒப்படைப்புகள் : ஒவ்வொரு பாட அறையும் (ஆய்வகம்) அவ்வப் பாட வல்லுநரின் ஆட்சியிலிருக்கும். ஒவ்வொரு வகுப்பிலும் பல நிலைத் தேர்ச்சியுள்ள மாணக்கர்கள் இருந்து தாமாகவே படிப்பர். கல்வி ஏற்பாடு ஒவ்வொரு ஆண்டிற்கும் இவ்வளவு என்று சில பகுதிகளாகப் (Jobs) பிரிவு செய்யப்பெற்று இருக்கும் ; அப்பகுதிகள் மாதாந்திர ஒப்பந்தங்களாக (Assignments) வகுக்கப்பெறும் ; அவை மீண்டும் வார ஒப்படைப்புகளாகவும் (Blocks or Periods) அன்று ஒப்படைப்பு களாகவும் (Units) பிரிவினை செய்யப்பெறும். ஒவ்வொரு மாணக்கனும் ஒரு பள்ளியாண்டில் இத்தனை ஒப்படைப்புகள் செய்து முடிக்க வேண்டும் என்று ஒப்பந்தம் செய்து கொள்வதால் அஃது இப்பெயர் பெற்றது. ஒப்படைப்புகளே இம்முறையின் உயிர்நாடியாகும். ஒரு பள்ளியாண்டில் எத்தனை மாதங்கள் உள்ளனவோ அத்தனை ஒப்படைப்பு கள் ஒரு பாடத்திற்கு உண்டு. ஒன்பது மாதங்கள் கொண்ட ஒரு பள்ளியாண்டில் அறிவியல் பாடத்திற்கு மட்டிலும் ஒன்பது ஒப்படைப்பு கள் தர வேண்டியிருக்கும்.

மாணக்கர் பயிலும் முறை : மாணக்கர்கள் தத்தம் விரைவுக்கேற்ற வாறு பாடங்களைப் பயிலலாம். தத்தம் விருப்பத்திற்குகந்த பாடங் களை விருப்பப்படி கற்கலாம். ஒப்படைப்புகளைப் பயிலும் நேரத்தில் மாணக்கர்கள் ஆசிரியரை அண்மி உசாவலாம் ; பிற மாணக்கர்களிடமும் தம் ஐயங்களைப் போக்கிக் கொள்ளலாம். நன்னூலார் கூறும்,

" நூல்பயில் இயல்பே நுவலின்வழக் கறிதல்
பாடம் போற்றல் கேட்டவை நினைத்தல்
ஆசாற் சார்ந்தவை அமைவரக் கேட்டல்
அம்மாண் புடையார் தம்மொடு பயிறல்
வினதல் வினயவை விடுத்தல் "[1]

என்ற வாய்ப்புகள் யாவும் இங்கு பெற வசதிகள் உண்டு. எப்பாடங் களில் அதிகக் கவனம் செலுத்தவேண்டுமோ, அப்பாடங்களில் அதிகக் கவனம் செலுத்தலாம். ஆசிரியர் மாணக்கர்களின் வேலையில் அடிக்கடி குறுக்கிடாது ஒரு மேற்பார்வையாளர் போல் இருந்து மாணக்கர்களுக்கு வேண்டிய அணைத்தையும் ஈந்து கற்கும் சூழ்நிலை கெடாதவாறு பார்த்துக் கொள்வார்; அவ்வப்பொழுது தேர்ச்சிப்பதிவுத் தாள்களில் மாணக்கர் கள் ஒப்படைப்புகளைப் பெற்ற நாள், அவற்றை அவர்கள் செய்து முடித்த நாள், வேலையின் தகுதி முதலியவற்றைக் குறித்து வைப்பார்.

1. நன்னூல் — நூற்பா. 41

அத்தாள்களின் ஒரு படி மாணுக்கர்களிடமும் இருக்கும்; அவ்வாறு இருந்தால்தான் மாணுக்கர்களுக்கும் தத்தம் உண்மை நிலையை அடிக்கடித் தெரிந்து கொள்ள வசதி ஏற்படும்.

நிறைகள் : உண்மையான உரிமை மாணுக்கர்களுக்குக் கொடுக்கப் பெறுவதால், தத்தம் விருப்பப்படி அவர்கள் எந்த நேரத்திலும் விரைவாகவோ மெதுவாகவோ கற்கலாம் ; பாடவேலைப் பட்டியின் கட்டுப்பாடு அவர்களுக்கு இல்லை. பாடங்கள் தம் நன்மைக்காகவே ஏற்பட்டவை என்று அவர்கள் உணரமுடிகின்றது. இதனுல் பாடத்தில் பற்றும் கவர்ச்சியும் ஏற்பட்டு அவர்களிடம் தன்னம்பிக்கையும் பொறுப்புணர்ச்சியும் வளர்கின்றன. கற்றல் திறமையாக நடைபெற்று அதில் நல்ல முன்னேற்றத்தையும் காண முடிகின்றது. குறைமதியினரும் நிறைமதியினரும் விருப்பம் போல் கற்க முடிகின்றது. சரியான முறையில் பாடநூல்கள், மேற்கோள் நூல்கள், தகவல் நூல்கள் முதலியவற்றைப் பயன்படுத்தும் வழிகளை மாணுக்கர்கள் அறிந்து கொள்கின்றனர். நன்னூலார் கூறும்,

> " அவ்வினை யாளரொடு பயில்வகை யொருகால்
> செவ்விதின் உரைப்ப அவ்விரு காலும்
> மையறு புலமை மாண்புடைத் தாகும் "[1]

என்ற நூற்பாவின்படி மாணுக்கர்கள் நல்ல விளக்கம் அடைகின்றனர். ஆசிரியருக்கும் தம் வேலையின் பொறுப்பையுணர்ந்து திட்டம் வகுத்துக் கொள்ள வாய்ப்பினை நல்குகின்றது.

குறைகள் : இம்முறையில் சில குறைகளும் காட்டப்பெறுகின்றன. மாணுக்கர்களின் வேலைக்கு மதிப்பெண்கள் தருவது கடினம். இம்முறை அச்சு நூல்களின் இன்றியமையாத் தன்மையைத் தவருன முறையில் வற்புறுத்துகின்றது. ஆசிரியருக்கு வேலை அதிகம். சிறு வயதிலேயே மாணுக்கர்களிடம் அதிகப் பொறுப்பைத் தருகின்றது. பொருட்செலவும் காலச்செலவும் மிகுதி. இவை யாவும் முறையின் குறைகள் அல்ல. எனவே, அவை கொள்ளத் தக்கவை அல்ல.

4. தன்னேக்க முயற்சி முறை

தன்னேக்க முயற்சி முறை என்பது செய்து கற்றலாகும். இம்முறையை முதன் முதலாகக் கையாண்டவர் அமெரிக்க நாட்டைச் சேர்ந்த **ஸ்டீவென்சன்** என்பார். 1908-ஆம் ஆண்டில் மாசசூசட்ஸ் என்ற இடத்தில் தொழிற் பள்ளியில் வேளாண்மைக் கல்வியில் இது பயன்படுத்தப்பெற்றது. முதன் முதலாக உயர்நிலைப் பள்ளியில் வேளாண்மைப் பாடத்தைக் கற்பிக்க நேரிட்டபொழுது பயிர்களுடன் கூடிய பண்ணையொன்றை மாணுக்கர்களுக்குக் காட்ட

1. நன்னூல்—நூற்பா 45.

இயலாதிருந்தது. எனவே, மாணுக்கர்கள் விதைகளைத் தேர்ந்தெடுத்தல், பயிரிடுதல் முதலியவற்றைப் பண்ணையில் மேற்கொள்ளப்பெறும் நிலையில் வீட்டு-வேலைகளாகச் செய்ய நேரிட்டது; ஆகவே, 'தன்னேக்க வேலை' என்ற சொற்ருடர் வேளாண்மைப் பாடத்தில் புலத்தைச் சீராக்குதல், ஏதாவது பயிரிடல், கோழிப்பண்ணை அல்லது பால்பண்ணை ஏற்படுத்துதல் போன்ற வீட்டிலேயே செய்ய வேண்டிய செயல்களைக் குறிப்பதற்கு மேற்கொள்ளப்பெற்றது.

"இயல்பான சூழ்நிலையில் பிரச்சினை தீரும் முறையில் முற்ற முடியக் கொண்டுசெலுத்தப்பெறுவதுதான் தன்னேக்கச் செயலாகும்" என்பது ஸ்டீவென்சனின் கூற்ருகும். டாக்டர் கீல்பாட்ரிக் என்ற பேராசிரியர் தன்னேக்கச் செயல் என்பது செயல் முறையில் மேற்கொண்டு முற்ற முடியக் கொண்டுசெலுத்தப்பெறும் காரியமாகும் என்று குறிப்பிடுகின்ருர்; அச்செயலும் சமூகச் சூழலில் முழு மனத்துடன் ஒரு நோக்கத்தின்பொருட்டுச் செய்யப்பெறுவது என்பது அவரது கருத்து. நவீன கல்வி அறிஞர்கள் ஒரு பிரச்சினையை நடுவாகக் கொண்டு கற்பிக்க வேண்டிய பாடப் பொருள்களைத் திட்டப்படுத்தி அமைப்பதுதான் தன்னேக்கச் செயலாகும் என்று வரையறைப் படுத்துகின்றனர். ஒரு குறிப்பிட்ட திட்டப்படி கற்க வேண்டியவற்றைச் செயல் முறையில் கற்றலே இம்முறையின் நோக்கம் என்பது அன்னேரின் கருத்தாகும்.

இம் முறைப்படி கற்கும் மாணுக்கர்கள் வகுப்பறைக்கு வெளியில் உண்மையான வாழ்க்கைச் சூழலில் செய்திகளை அறிந்து கொள்கின்றனர். வெறும் ஏட்டுக் கல்விக்கு இங்கு இடம் இல்லை. சமூக வாழ்வில் தேவைப்படுகின்ற ஒத்துச் செல்லும் பண்பு வகுப்பறைக் கல்வியில் அமைவதில்லை. வகுப்பறையில் பாட வேளைப்பட்டியின் வரம்பிற்குக் கட்டுப்பட்டு, தனித்தனியாகத் தொடர்பற்ற நிலையில் பல்வேறு செய்திகளை அறியும் முறையை அமெரிக்க மக்கள் வெறுத்தனர்; வெளிப்படையாகவும் அதைக் கண்டித்தனர். "பழைய முறைகளைக் கழிக்க; புதிய முறைகளைப் புகுத்தி வாழ்க்கைச் சூழலை வகுப்பில் நிலவும்படி செய்க; முடிவைக் காண்க" என்பது அமெரிக்க மக்களின் குரலாக இருந்தது. அது பலர் சிந்தனையைத் தூண்டிவிட்டது என்று சொல்லலாம். அதற்கு முன்னதாகவே ஹெர்பார்ட் என்பார் கவர்ச்சியை உண்டாக்குவதையும் ஆர்வமூட்டுதலையும் குறிப்பிட்டுவிட்டபடியாலும், ஆர்ம்ஸ்ட்ராங் என்பார் மாணுக்கர்களே கண்டறிய வேண்டும் என்ற கருத்தை வெளியிட்டு விட்டபடியாலும் இதைப் புதியதொரு முறை என்று சொல்ல இயலாது.

தன்னேக்க முயற்சி முறையும் பிரச்சினை முறையும் நெருங்கிய தொடர்புடையவை. முன்னதில் முடிவு எதிர்நோக்கி நிற்பது; பின்னதில் முடிவு அநுமான நிலையிலிருப்பது. முன்னதன் முடிவு

செயல் முறையில் உள்ளது ; பின்னதன் முடிவு ஆராய்ந்து காணும் நிலையில் உள்ளது. எனவே, பிரச்சினை முறையிலிருந்து காரணகாரியத் தொடர்புடன் தன்னேக்கமுயற்சி முறை தோன்றியது என்று கூறலாம்.

மேற்கொள்ளும் வழி : தன்னேக்க முயற்சி வேலையைத் தனித் தனியாகவும் மேற்கொள்ளலாம் ; குழுவாகவும் எடுத்துக்கொண்டு செய்யலாம். குழுவாகச் செய்யும்பொழுது குழுவிலுள்ளோர் அனைவரும் ஒரு பிரச்சினையில் ஈடுபடுவர் ; குழுவிலுள்ள ஒவ்வொருவரும் பிரச்சினையின் திட்டமான ஒவ்வொரு கூற்றிலும் பொறுப்பேற்றுச் செய்வர். ஆனல், மேற்கொண்ட வேலையை வெற்றிகரமாக முடிக்கும் பொறுப்பு குழுவினையே சாரும்.

தன்னேக்க முயற்சி முறையில் நான்கு படிகள் உள. அவை ; செயலைத் தேர்ந்தெடுத்தல், திட்டமிடுதல், நிறைவேற்றுதல், மதிப்பிடுதல் என்பவை. அவைபற்றிய விவரங்களை முறை நூல்களில் கண்டு தெளிக.

நிறைகள் : இம் முறையில் பல நிறைகள் உள. கற்றலில் ஆர்வம் ஏற்படுகின்றது. மாணுக்கர்களிடம் பொறுப்பையும் கடமை உணர்ச்சியையும் வளர்க்கின்றது. வாழ்க்கையில் பல நிகழ்ச்சிகளைத் தாமாகவே சமாளிக்கும் பயிற்சியினை மாணுக்கர்கள் பெறுகின்றனர். அவர்களிடம் ஒற்றுமை, விடாமுயற்சி, பிறர் கருத்துக்கு மதிப்புத் தருதல், முடிவுகட்டுதல் முதலிய நற்பண்புகள் வளர்கின்றன. படைப்பாற்றல் வளர்வதற்கு இம் முறை நல்ல வாய்ப்புகளை நல்குகின்றது. பள்ளியில் பயிற்றப்படும் எல்லாப் பாடங்களிடத்தும் ஓர் உறவை உண்டாக்குகின்றது. தனிப்பட்டோரின் மனப்பான்மைக் கேற்றவாறு கற்கும் சூழ்நிலை இங்குக் கிடைக்கின்றது.

குறைகள் : இம் முறையில் சில குறைகளும் காட்டப் பெறுகின்றன. இம் முறையில் பெறும் அறிவு ஒழுங்குடன் அமைவதில்லை. தொழில் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான பகுதிகளை மட்டிலுந்தான் இம்முறையால் கற்க இயலும் ; அதிகச் செலவு ஏற்படும். நடைமுறையில் பள்ளிப் பாடவேளைப் பட்டியில் இம் முறையை அமைப்பது எளிதன்று.

முடிவு : இம்முறை கீழ்வகுப்புகளுக்கு மிகவும் ஏற்றது ; மேல் வகுப்புக்குரிய பாடங்களை ஒன்ருேடொன்று இணைப்பது சிரமம். உயர்நிலைப் பள்ளிகளில் ஆண்டின் ஒவ்வொரு பகுதியிலும் இரண்டிரண்டு தன்னேக்க முயற்சி வேலைகளைத் தேர்ந்தெடுத்துக் குழுவாக நிறைவேற்றச் செய்யலாம். நிறை மதியினர் உள்ள வகுப்புகளில் தனித்தனியாக நிறைவேற்றும் திட்டங்களை முடிக்கத் தூண்டலாம்.

சில பள்ளிகளில் இம் முறை செயற்பட்டு ஆண்டின் இறுதியில் பள்ளிப் பொருட்காட்சியாக மலர்கின்றது. இதில் தன்னேக்க முறைத் திட்டத்தில் கையாண்ட பொருள்கள் யாவற்றையும் வைக்கலாம். அந்த முறையின் பல்வேறு நிலைகளையும் மாணுக்கர்கள் பார்வை யாளர்கட்கு விளக்கலாம். பெற்ருேர் தம் குழந்தைகளின் வேலையைக் கண்டு மகிழவும், இதனுல் ஏற்படக்கூடிய அதிகச் செலவை அவர்கள் மகிழ்வுடன் ஏற்கவும் இங்கு வாய்ப்பு ஏற்படுகின்றது.

5. விளையாட்டு முறை

ஒரு செயலை வேலை போல் மேற்கொள்வதைவிட விளையாட்டாக மேற்கொள்வது நன்று என்பதை அநுபவத்தில் அறியலாம். வேலை சுமையாகத் தோன்றும் ; விளையாட்டு மகிழ்ச்சியாக இருக்கும். இதனுல்தான் ஆண்டவன் அண்டங்களை யெல்லாம் விளையாட்டாகப் படைத்தான் என்பதை "அலகிலா விளையாட்டுடையார்"[1] என்று குறித்துப் போந்தனர். உளவியல் வல்லாரும் கல்வி அறிஞர்களும் கல்வியை விளையாட்டு முறையில் பயிற்றவேண்டும் என்று உணர்த்தி வருகின்றனர். அறிவியல் பயிற்றுதலில் விளையாட்டு முறைகளை எங்ஙனம் மேற்கொள்ளலாம் என்பதுபற்றி ஈண்டுக் காண்போம்.

அறிவியல், அறிவுநிலையில் செய்திகளை அறியும் துறையாகும் ; உணர்வு நிலைக்கு அங்கு அதிக இடம் இராது. என்ருலும், சிலவற்றை உணர்வு நிலைக்குக் கொண்டு வந்து கற்பிக்கவும் செய்யலாம். உணர்வு நிலைக்குப் பாடங்கள் வரும்பொழுதுதான் விளையாட்டு முறைகளை மேற்கொள்ள முடியும். தொடக்கநிலைப் பள்ளிகளில் பொருள்களைச் சேகரித்தல், ஓவியங்கள் வரைதல், தோட்டம் போடுதல், பூச்செடிகளை வளர்த்தல் முதலிய யாவும் விளையாட்டு முறையில் செய்திகளை அறிதலாகும். மேல் வகுப்புகளில் அறிவியற் கழகம் அமைத்தல், பொருட்காட்சி நிலையம் அமைத்தல், பொருட் காட்சி விழா நடத்துதல், சுற்றுலாக்கள் செல்லுதல் முதலிய யாவும் விளையாட்டு முறைகளின் அடிப்படையில் அமைந்தவையாகும்.

நாடகத்திற்கும் அறிவியலில் இடம் உண்டு. 'நாடகமே உலகம்,' என்பது பழமொழியன்ருே ? நாடகங்களை அமைத்துக் காட்டும் முறைகளை உரிய நூல்களில் கண்டு கொள்க. விறுவிறுப்பான சிறு அறிவியல் நிகழ்ச்சிகள், அறிவியல் மேதைகளின் வாழ்க்கை வரலாற்றில் கண்ட ஒரு சில அதிசய சம்பவங்கள் போன்றவற்றை நாடகப் பாணியில் அமைத்துக் கொள்ளலாம். இராஜாஜி அவர்கள் எழுதிய 'திண்ணை இரசாயனம்' பெ. நா. அப்புசாமி அவர்கள் 'தினமணிச் சுடரில்' எழுதி வந்த 'விஞ்ஞானப் பேரவை' என்ற தொடரில் காணப்பெறும் கட்டுரைகள் ஆகியவை உரையாடல்

1. கம்பரா. பால.—காப்பு.

போக்கில், நாடகப் பாணியில், அமைந்தவை. **பாஸ்டர், லிஸ்டர், ரைட் சகோதரர்கள், சர் ஐசாக் நியூட்டன், தாமஸ் ஆல்வா எடிசன், க்யூரி அம்மையார்** முதலியோரின் வாழ்க்கை வரலாற்றில் காணும் ஒரு சில நிகழ்ச்சிகளையும், நவீன மருத்துவ முறைகள், நோய்களைத் தடுக்கும் முறைகள், **எச். ஜி. வெல்ஸ்** போன்ற அறிஞர்களின் அறிவியல் கற்பனைக் கதைகள் முதலிய சிலவற்றையும் நாடக முறையில் அமைத்துத் தக்க பின்னணியுடனும் ஒத்திகை போட்டும் சிறந்த முறையில் நடித்துக் காட்டலாம். இன்றைய இளைஞர்களின் மனப்பான்மையில் நாடக முறை கவர்ச்சியுடையதாக அமையும் என்பதற்கு ஐயமில்லை. படிக்காத பாமர மக்கள் நிரம்பிய நம் நாட்டில் விளையாட்டு முறைகளாலும், நாடக முறையாலும், படக் காட்சிகள் முறையாலும்தான் அறிவியல் கருத்துகளைப் பரப்புதல் வேண்டும்.

முறைகளைப்பற்றிய ஒரு முடிவு : மேற் கூறப்பெற்ற முறைகளில் எது சிறந்தது என்று அறுதியிட்டு எடுத்தியம்ப முடியாது. ஆசிரியரின் நோக்கம், அவரது கவர்ச்சிகள், அவர் பெற்ற பயிற்சி, மாணாக்கரது அறிவு நிலை அல்லது உற்சாகம், சோதனைச்சாலைகளில் கிடைக்கும் பொருள்கள், மாணாக்கருடைய கவர்ச்சிகளைக் கூட்டான முறையில் தூண்டவல்ல ஆசிரியரது ஆற்றல் ஆகிய கூறுகளுக்கேற்றவாறு ஆசிரியர் இம்முறைகளைக் கையாளுதல் வேண்டும். புதிதாகக் கற்பிக்கும் துறையில் பணியாற்றப் போகும் இளம் ஆசிரியர்களுக்குப் பயன்படட்டும் என்றும், பட்டறிவு மிக்க ஒரு சில ஆசிரியர்களும் இவற்றைத் தம் முறைகளுடன் வைத்து எண்ணட்டும் என்றும் இவை ஓரளவு விளக்கப்பெற்றன.

இந்த முறைகளைப்பற்றி அறிவியல் கற்பிக்கும் ஆசிரியர்கள் என்ன கருத்துகளைக் கொண்டாலும், தம் அநுபவத்திற்கேற்றவாறும் தம் கவர்ச்சிகளுக்கும் திறன்களுக்கும் ஏற்றவாறும் அவற்றுள் ஒரு சிலவற்றை மேற்கொள்ளத்தான் வேண்டும். ஓராசிரியர் வெற்றியுடன் கையாளும் முறைகள் பிறிதோராசிரியருக்குச் சிறிதும் அநுபவத்தில் சாத்தியமாக இரா. சரியான அநுபவமும் கற்பிக்கும் திறனும் அமையப் பெறாத ஆசிரியர்களிடம் இவ்வுண்மையை நன்கு காணலாம். என்றாலும், வெற்றிகரமாகக் கற்பித்து வரும் பட்டறிவு மிக்க ஆசிரியர்கள் கற்பித்தலில் அடிப்படையான சில விதிகளை ஒப்புக்கொள்ளத்தான் செய்கின்றனர். எல்லோரும் செயல்முறையிலும் நேர் அநுபவத்திலும் நம்பிக்கை கொண்டவர்கள் ; அவை மிகவும் இன்றியமையாதவை என்றும் எடுத்துக் கூறுபவர்கள். மாணாக்கர்கள் தத்தம் கருத்துக்களைச் சரியான மொழியில் எடுத்துச் சொல்லும் ஆற்றல் பெறவேண்டும் என்று விழைபவர்கள் ; மாணாக்கர்கள் கடுமையாக உழைக்க வேண்டும் என்றும் எண்ணுபவர்கள். ஆனால், அந்த ஆசிரியர்கள் பல்வேறு முறைகளைக் கையாண்டு பாடங் கற்பிக்கின்றனர். எவற்றை அவர்கள் சரியாகக்

கையாள்கின்றனர் என்றோ எவற்றை அவர்கள் சிறந்தவையாகக் கருதுகின்றனர் என்றோ எடுத்துரைத்தல் எளிதன்று. எனவே, சில முறைகள் மட்டிலும் தனித்தனியாக எடுத்துக்கொண்டு விளக்கப் பெற்றன என்பதை அறிதல் வேண்டும்.

முறைகளைப்பற்றிய சில குறிப்புகள் : பல்வேறு முறைகளை மேற் கொண்டு கற்பிக்கும் இளம் ஆசிரியர்களுக்குப் பயன்படும்பொருட்டு சில குறிப்புகள் ஈண்டு தரப்பெறுகின்றன :

(1) எந்த முறையை மேற்கொண்டாலும் இயன்றவரை விதிவரு முறையிலேயே பாடவளர்ச்சி நடைபெறுதல் வேண்டும். மாணுக்கர்கள் அறிந்த செய்திகளை அடிப்படையாகக்கொண்டு பாடத்தைத் தொடங்கி அறியாதவற்றிற்குப் படிப்படியாக அழைத்துச் செல்லுதல் வேண்டும்.

(2) கற்பிக்கும் மாணுக்கர்களின் கவர்ச்சியும் உற்சாகமும் குறை யாதிருக்குமாறு பார்த்துக்கொள்ளல் வேண்டும். விடுப்பூக்கம் செயற் படுவதற்கேற்ற சூழ்நிலையை உண்டாக்கினுல் அவை நன்முறையில் அமையும். வெறும் விதிகளையும், அளவை முறைகளையும், 'வழக்காறு தழுவிய' முறையில் தொடங்கி மாணுக்கர்களின் உற்காகத்தைக் குறைத்தல் கூடாது.

(3) எதைக் கற்பித்தாலும் அதை ஒரு பிரச்சினையாக்கிவிட்டால், மாணுக்கர் இயல்பாக அதில் நாட்டம் செலுத்துவர் ; விடுப்பூக்கம் நன் முறையில் செயற்பட்டால், தாமாகக் கண்டறிவதில் மாணுக்கர் கருத் தினைச் செலுத்துவர்.

(4) வகுப்பறையில் கற்பிப்பவை வாழ்க்கையில் பயன்படும் என்பதை மாணுக்கர்கள் உணருமாறு பாடம் நடைபெறுதல் வேண்டும். வெளியார் வகுத்த பாடத்திட்டத்தையும் சிறந்த முறையில் கையாள லாம். பல்வேறு துணைக்கருவிகளைக்கொண்டு கற்பிப்பவை வாழ்க்கை யில் பயன்படுவதை விளக்கலாம்.

(5) சிறந்த அறிவியலறிஞர்களின் வாழ்க்கையில் நேரிட்ட சில நிகழ்ச்சிகளை எடுத்துக்காட்டிப் பாடத்தில் அக்கறையை விளை விக்கலாம்.

(6) 'செய்து கற்றலுக்கு'த் தக்க வாய்ப்புகள் அளித்தல் வேண்டும். மாணுக்கர் வீடுகளில் தகரக் கொள்கலன்கள், கம்பிகள் முதலியவற்றைக் கொண்டு செய்துபார்க்கக் கூடிய சோதனைகளைக் குறிப்பாகப் புலப்படுத்தி, அவற்றின் முறைகளையும் விளக்கவேண்டும்; **தாமஸ் ஆல்வா எடிசன், டேவி, ஜார்ஜ் ஸ்டீவென்சன்** போன்ற அறிஞர்கள், தம் வீட்டில் மேற்கொண்ட சோதனைகளால்தாம் பல மெய்ம்மைகளைக் கண்டறிந்து அழியாப் புகழ் பெற்றனர் என்பதை எடுத்துக்காட்ட வேண்டும். மின்னாற்றல் பல்வேறு சோதனைகளுக்கு வழியமைக் கின்றது என்பதையும் விளக்கலாம்.

(7) கற்பித்தலில் பல்வேறு பொறிகளையும் ஈர்க்க வல்ல துணைக் கருவிகள், பிற சாதனங்கள் முதலியவற்றை மேற்கொள்ள வேண்டும்.

(8) அறிவியலைத் தனிப்பாடமாகக் கற்பிக்காது ஒரு துறை அறிவியலைப் பிற துறை அறிவியல்களுடனும், கல்வி ஏற்பாட்டிலுள்ள பிற பாடங்களுடனும் இணைத்துக் கற்பித்தல் வேண்டும். இவ்விணைப்பு இயல்பான முறையில் நடைபெறவும் வேண்டும்

8. அறிவியல் ஆய்வகம்—அமைப்பு

அமைப்பதற்குமுன் :—பள்ளிகளில் அறிவியல் ஆய்வகத்தை அமைக்கும்பொழுது மிகுந்த அக்கறை செலுத்த வேண்டும். இப்படித் தான் ஆய்வகம் அமைத்தல் வேண்டும் என்ற திட்டமான வரை யறையோ விதிகளோ இல்லை; அப்படிக் கட்டுப்படுத்துவதாலும் நிறைந்த பயனை எதிர்பார்க்க இயலாது. ஆய்வக அறைகளின் உட்புற அமைப்பை முதலில் அறுதியிட்டுக்கொண்டு சுவரின் அமைப்பை அடுத்துக் கவனித்தல் வேண்டும். ஆனால் பெரும்பாலும் கட்டடத்தைக் கட்டி முடித்துக்கொண்டு உட்புற அமைப்பில் பின்னர்க் கருத்தினைச் செலுத்துவதாலும், கட்டடவேலை தொடங்குவதற்கு முன்னர் அநுபவம் மிக்க அறிவியல் ஆசிரியரைக் கலந்து ஆலோசிக்காததாலும், பள்ளி அறிவியல் ஆய்வகங்கள் பெரும்பாலும் மனநிறைவு கொள்ளத்தக்க முறையில் அமைவதில்லை. பட்டறிவு மிக்க ஆசிரியராக இருந்தாலும், பள்ளியில் ஆய்வகத்தை அமைப்பதற்கு முன்னர் அவர் பல்வேறு பள்ளிகளிலுள்ள ஆய்வகங்களைப் பார்த்துவருதல் வேண்டும்; ஒவ்வொன்றிலுமுள்ள குறைகள், நிறைகளைக் கவனித்தல் வேண்டும். அறிவியல் முறைகளைக் கூறும் பல நூல்களைப் பயின்று அவற்றிலுள்ள கிடைப்படங்களை நன்கு ஆராயவேண்டும். இதன் பிறகுதான் பள்ளியில் அமைக்கவிருக்கும் ஆய்வகத்தைப்பற்றி நன்கு ஆலோசித்து ஒரு முடிவுக்கு வருதல் வேண்டும்.

வேறு அறைகள் : 'ஆய்வகம்' என்பது மாணாக்கர்கள் பல்வேறு சோதனைகளைச் செய்து கற்கும் ஒரு பெரிய அறையாகும். ஒரு பள்ளி யில் அறிவியல் பாடம் சரியான முறையில் நடைபெறவேண்டுமானால், இந்தப் பெரிய அறையைத் தவிர இத்துடன் தொடர்புள்ள ஒரு சில வேறு அறைகளும் இன்றியமையாதவை. ஆயத்த அறை, இருட்டறை, சேகர அறை, அறிவியல் ஆசிரியர்கள் அறை, சில்லறைச் சாமான்கள் வைக்கும் அறை ஆகியவை அறிவியல் ஆய்வகத்தின் இன்றியமையாத உறுப்புகளாகும்.

உத்தேச அமைப்பு : அடியிற் குறிப்பிட்ட திட்டத்திலுள்ளவாறு அறைகளை அமைத்துக் கொள்ளலாம்:

<table>
<tr><td rowspan="2">45×25
வேதியியல் -
பௌதிக
இயல்
ஆய்வகம்</td><td colspan="2">16'×16'
ஆயத்த அறை</td><td>16'×12'
சேகர அறை</td><td rowspan="2">45'×25'
உயிரியல்-
பௌதிக
இயல்
ஆய்வகம்</td></tr>
<tr><td>9'×6'
இருட்
டறை</td><td>9'×7'
சில்
லறைச்
சாமான்
அறை</td><td>15'×9'
அறிவியல்
ஆசிரியர்கள்
அறை</td></tr>
</table>

பள்ளிக் கட்டட அமைப்பிற்கேற்றவாறு இவை ஒரு பக்கத்தில் இருக்குமாறு அமைத்துக்கொண்டால் நலமாகவிருக்கும்.

சில குறிப்புகள் : பெரும்பாலோர் அறைகளை அறுதியிடுவதற்கு முன்னர் அவற்றின் பயன்களைத் தெளிவாகச் சிந்திப்பதில்லை. ஆய்வகங்கள் மனநிறைவு கொள்ளும் வகையில் அமைய வேண்டுமானல்,

(1) அறைகளைப்பற்றிய தெளிவான கருத்துகள் மனத்தில் படிந்திருத்தல் வேண்டும் ; அந்த அறைகளில் நடைபெற இருக்கும் செயல்களைப்பற்றியும் தெளிவான எண்ணங்கள் வேண்டும் ;

(2 அறிவியல் துணைக்கருவிகள், அறிவியற் பொருள்கள், பிற சாதனங்கள் ஆகியவைபற்றி நல்ல அறிவு இருத்தல் வேண்டும் ; அவற்றைக் கையாளும் முறை, பாதுகாக்க வேண்டிய முறை ஆகியவற்றை ஆசிரியர் நன்கு அறிந்திருத்தல் வேண்டும் ;

(3) ஆசிரியருக்கும் பல ஆய்வகங்களைப் பார்த்த அநுபவம் இருத்தல் வேண்டும் ; அந்த அநுபவத்தையும் பள்ளித் தேவைகளையும் நன்கு சீர்தூக்கி ஒருவித முடிவுக்கு வந்த பின் ஆய்வக அமைப்பில் ஆசிரியர் கருத்தினைச் செலுத்த வேண்டும் :

ஆய்வகங்களை அமைப்பதில் அடியிற்கண்ட கூறுகளில் நன்கு கவனம் செலுத்தவேண்டும் :

(1) ஒவ்வொரு மாணக்கனும் ஆசிரியருடன் எளிதாகத் தொடர்பு கொள்ள வசதி இருக்க வேண்டும்.

(2) இயன்றவரை ஆசிரியரும் மாணக்கர்களும் இருக்கும் இடங்களிலிருந்துகொண்டே அதிகம் நடமாடாது போத்தல்கள், கழிநீர்த் தொட்டி, தராசு, நச்சாவி போக்கி முதலியவற்றை எளிதில் அடையுமாறு இருத்தல் வேண்டும்.

(3) ஆசிரியர் செய்வதை அல்லது கரும்பலகையில் எழுதுவதை மாணக்கர்கள் எளிதில் பார்க்கவும், மாணக்கர்கள் செய்வதை ஆசிரியர் எளிதில் பார்க்கவும் வசதியாக இருத்தல் வேண்டும்.

(4) தரை இடத்தை இருக்கை வசதிகள், பிற வசதிகளுக் கேற்றவாறு பிரித்துக்கொள்ளுதல் வேண்டும். கிட்டத்தட்ட பெஞ்சு இடத்தில் 10 சத விகிதம் தனிப்பட்ட துணைக்கருவிகளை அமைத் தலுக்குப் பயன்படுத்தலாம்.

(5) மின்னாற்றல், எரிவாயு, தண்ணீர் முதலிய வசதிகள் நன் முறையில் அமையும்படி பார்த்துக்கொள்ளல் வேண்டும்; மின் இணைப்புகள், எரிவாயு ஆகியவை தண்ணீர்க் குழாய்களுடன் சேராத வாறு அமைத்தல் வேண்டும்.

(6) தனிப்பட்ட அறைகள் இருப்பினும் சேகர அறைக்கும் ஏற்பாடு இருக்கவேண்டும்.

இனி, ஆய்வகம், அத்துடன் தொடர்புள்ள பிற அறைகள் ஆகியவைபற்றி ஒரு சில செய்திகளை அறிவோம்.

ஆய்வகம் : இந்த அறையில் மாணக்கர் சோதனைகள் செய்வதற் கேற்ற வசதிகள் ஒரு புறத்திலும், வகுப்பறைக்கு வேண்டிய சாதனங் கள் ஒரு புறத்திலுமாக அமைந்திருக்கும். ஆசிரியர் சோதனைகள் செய்துகாட்டுவதற்கேற்ற மேசையும் இருக்கும். இரண்டு பக்கத் திலும் சுவரில் கரும்பலகை அமைக்கப்பெற்றிருக்கும். தேவைப்படுங் கால் சாளரங்களை அடைத்து இருட்டறையாக ஆக்கிக்கொள்ளவும் அச் சமயத்தில் நல்ல காற்றோட்டம் இருக்கவும் தக்க ஏற்பாடுகள் செய்யப் பெற்றிருக்கும். பிம்பம் வீழ்த்து துணைக்கருவியைக் கொண்டு அடிக்கடி படக்காட்சிகள், நிழற்படங்கள் முதலியவற்றைக் காட்டுவதற் கேற்ற வசதிகளும் இந்த அறையில் அமைக்கப்பெற்றிருக்கும்.

45′ × 25′ அளவுள்ள இரண்டு அறைகள் ஒரு பள்ளிக்கு மிகவும் இன்றியமையாதவை. ஒன்றில் மாணக்கர்கள் பௌதிக இயல், உயிரி யல் பகுதிகளுக்கேற்ற சோதனைகளைச் செய்யவும், மற்றொன்றில் வேதி யியல்—பௌதிக இயல் பகுதிகளுக்கேற்ற சோதனைகளைச் செய்யவும் ஏற்பாடுகள் செய்யப்பெற்றிருக்கும். ஒவ்வொன்றிலும் 20 பேர்கள் ஒரே காலத்தில் சோதனைகள் செய்யலாம். ஒரு வகுப்பில் பாதிபேர் பௌதிக இயல் - வேதியியல் பகுதிகளில் சோதனைகளைச் செய்யும் பொழுது எஞ்சிய பாதிப் பேர் உயிரியல் பகுதிபற்றிய சோதனைகள் இப் பகுதிகள் ஒரே ஆசிரியரால் கற்பிக்கப் பெற்றாலும் சரி, தனித்தனி இரண்டு ஆசிரியர்களால் கற்பிக்கப்பெற்றாலும் சரி, அதற்கேற்ற வாறு பாடவேளைப் பட்டியை அமைத்துக்கொள்ளலாம். இந்த அறையின் அமைப்புபற்றிய முழுவிவரங்கள் பின்னர்க் கூறப்பெறும்.

ஆயத்த அறை : பயிற்றும் அறை அல்லது சோதனைச்சாலைகளில் அவ்வப்பொழுது பயன்படக்கூடிய துணைக்கருவிகளையும் பிறவற்றை

யும் எடுத்து வைப்பதற்கு இவ்வறை பெரிதும் பயன்படும். அடிக்கடி பயன்படாத துணைக்கருவிகள், நிறைவுபெருத சோதனைகளின் அமைப்பு முதலியவற்றை இங்கு வைத்துக்கொள்ளலாம். பயிற்றும் அறையில் வேறு பாடங்கள் நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கும்பொழுது அவர்களுக்குத் தொந்தரவு இன்றி அறிவியல் ஆசிரியர் ஓய்வு நேரத்தில் அடுத்த பாடவேளைக்கு வேண்டிய சோதனைகளை ஆயத்தம் செய்யலாம். மற்றும் இந்த அறையில் தொழிற்சாலைத் தளவாட சாமான்கள், கண்ணாடிக் குழல்கள், கண்ணாடிக்கோல்கள், ஆணிகள், திருகுகள், மெல்லிய கம்பிகள், தக்கைகள், தக்கைத் துளைப்பான், காற்றடிக்கும் துருத்தி, சாமணங்கள், பீங்கான் உரல்-உலக்கை, அங்கவடிகள், குழாய் அடைப்பான்கள் போன்ற அவ்வப்பொழுது தேவைப்படும் சாமான்களை வைத்துக்கொள்ளலாம். இதன் அளவு 250 சதுர அடிக்குக் குறைவாக இருத்தல் கூடாது. இந்த அறையிலிருந்து சேகர அறைக்கும், ஆய்வகத்திற்கும், அறிவியல் ஆசிரியர்கள் அறைக்கும் போவதற்கேற்ற வாயில்கள் அமைக்கப்பெறுதல் வேண்டும்.

சேகர அறை : இந்த அறையில் எல்லாப் பொருள்களும் வைத்துப் பூட்டப்பெற்றிருக்கும். தேவைப்படுங்கால் கொஞ்சம் கொஞ்சமாக அவற்றைத் தேவையான அளவு எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். அபாயமான அமிலங்கள், காரங்கள், பிற வேதியியல் பொருள்கள் முதலியவை இங்கு வைக்கப்பெறும். இந்த அறை 200 சதுர அடிக்குக் குறைவாக இருத்தல் ஆகாது. அப்படியிருந்தால்தான் அலமாரிகள், பரண்கள் (Racks), அலமாரிகள் (Shelves) முதலியவை அமைத்துக்கொள்ள வசதியாக இருக்கும். சாதாரணமாக இந்த அறை 16′ × 12′ அளவில் அமையலாம்.

இருட்டறை : நிரந்தமாக இருட்டு இருக்குமாறு இவ்வறை அமைக்கப்பெறும் ; ஆனால் காற்றோட்ட வசதிக்குக் குறைவு இருக்கக் கூடாது. இவ்வறையில் கழிநீர்த் தொட்டிகள், இருட்டறை விளக்கு முதலிய வசதிகள் அமைக்கப்பெற்றிருக்கும். ஒளிப்படக் கலைக்கு வேண்டிய பீங்கான் கிண்ணங்கள், சாமணங்கள், வெப்பநிலைமானிகள், வண்ணம் கலக்கும் கண்ணாடிக்கோல்கள் முதலிய பொருள்கள் இருக்கும்; படத்தைப் பெரிதாக்கும் கருவி (Enlarger) மிகவும் பயன்படக்கூடியதொன்று. ஒளிப்படத்திற்கு வேண்டிய வேதியியல் பொருள்கள் எளிதில் கிட்டுமாறு இருக்கும். ஒளிச்சேர்க்கைபற்றிய சோதனைகள், ஒளி அளவைபற்றிய சோதனைகள் செய்ய இவ்வறை நன்கு பயன்படும். அறிவியல் கழகத்தினரால் மேற்கொள்ளப்பெறும் ஒளிப்படக் கலைபற்றிய செயல்களும் இவ்வறையில் மேற்கொள்ளப்பெறும். இந்த அறை, 8 அடி நீளத்திற்குக் குறைவாக இருத்தல் கூடாது ; அப்படியிருந்தால்தான் இருவர் கழிநீர்த் தொட்டியின் அருகிலிருந்து கொண்டு வேலை செய்ய முடியும். சாதாரணமாக இந்த அறை 9′ × 6′ அளவில் இருக்கலாம்.

சில்லறைச் சாமான் அறை: இந்த அறையில் பல்வேறு சாமான்களை வைத்துக்கொள்ளலாம். 9′×7′ அளவில் இந்த அறை இருந்தால் போதுமானது.

அறிவியல் ஆசிரியர்கள் அறை: ஆசிரியர்கள் ஓய்வு நேரத்தில் தங்கவும், மாணாக்கர்களின் எழுத்து வேலைகளைத் திருத்தவும் இந்த அறை மிகவும் இன்றியமையாதது. பள்ளியில் அறிவியல் பாடம் கற்பிப்பவர்கள் அனைவரும் இந்த அறையில் தங்கலாம். இதில் இருக்கை வசதிகள், அலமாரி வசதிகள் முதலியவை இருத்தல் வேண்டும். 15′×9′ அளவில் இந்த அறை அமைந்தால் போதும். பொருள் வசதியிருந்தால் அதற்கு மேலும் விசாலமாக இருக்குமாறு அமைத்துக்கொள்ளலாம்.

பொது அறிவியலுக்கேற்ற ஆய்வகம்: பள்ளிகளில் நிதி வசதியிருந்தால் பௌதிகம், வேதியியல், உயிரியல் ஆகிய மூன்றிற்கும் தனித்தனி ஆய்வகங்களை அமைத்துக்கொள்ளலாம். பொது அறிவியல் பாடத்தில் அவ்வப் பகுதிகள் கற்பிக்கப்பெறுங்கால் இந்த ஆய்வகங்களைப் பயன்படுத்திக்கொள்ளுதல் வேண்டும். நிதி வசதியில்லாத பள்ளிகளில் பொது அறிவியலுக்கேற்ற ஆய்வகங்களை மட்டிலும் அமைத்துக் கொண்டால் போதுமானது. இன்று உயர்நிலைப்பள்ளிகளில் பொது அறிவியல் கற்பிக்கப்பெறுகின்றது.[1] எனவே, அப்பாடத்திற்கேற்ற ஆய்வக அமைப்பைமட்டிலும் ஈண்டுக் கவனிப்போம். ஏனைய வேதியியல், பௌதிக இயல், உயிரியல் பாடங்களுக்கேற்ற ஆய்வகங்களின் அமைப்பைக் குறித்து அறிவியல் முறை நூல்களில் கண்டு கொள்க.[2]

புதிய பள்ளிகளாக இருப்பின் ஆய்வகத்தை அமைப்பதற்கு முன்னர் நன்கு சிந்திக்கலாம்; நடைமுறையிலுள்ள பள்ளிகளில் வேறு ஆய்வகங்களிருப்பின் அவற்றை உயிரியல் பாடங்களை மட்டிலும் கற்பித்தற் கேற்றவாறு சிறிது மாற்றியமைத்துக்கொள்ளலாம். இன்று பெரும்பாலான பள்ளிகளில் பொது அறிவியலுக்கேற்ற ஆய்வகம் இல்லை. எனவே, அந்த ஆய்வக அமைப்பைப்பற்றி நல்ல அநுபவம் ஏற்பட வாய்ப்புகள் இல்லை. எல்லாச் செயல்களுக்கும் அல்லது இரண்டு செயல்களுக்கு மட்டும் பயன்படும் ஆய்வக அமைப்பைப்பற்றி ஒரு சில கருத்துகளை ஈண்டுத் தருவோம்.

எல்லா நோக்கங்களுக்கும் பயன்படும் ஆய்வகம்: நடைமுறையில் இத்தகைய ஆய்வகத்தை அமைப்பது சிரமம். என்றாலும், அதை அமைக்க நேரிடும்பொழுது அடியிற்கண்ட கூறுகளில் கவனம் செலுத்துதல் வேண்டும்:

1. **பல ஆண்டுகட்குமுன்னர் இருந்தது போல் மீண்டும் அறிவியல் பாடம் விருப்பப்பாடமாக அமைந்துவிட்டது.**
2. The Teaching of General Science in Secondary Schools (John Murray): Chap. 3.

(1) என்ன செயல்கட்காக ஆய்வகம் பயன்படும் என்பது பற்றித் தெளிவான கருத்துகள் இருத்தல் வேண்டும். பாடத்திட்டங் களை அமைப்பதற்கு முன்னர் கற்பித்தல் நோக்கங்களைச் சிந்தித்தல் எவ்வாறு முக்கியமானதோ, அவ்வாறே ஆய்வகத்தை அமைப்பதற்கு முன்னர் அதன் பயனைப்பற்றிச் சிந்தித்தலும் முக்கியமானது.

(2) ஒரு பாடத்தைக் கற்பித்தலுக்குரிய ஆய்வகத்தின் இடப் பரப்பைக் காட்டிலும் எல்லாவற்றிற்கும் பயன்படும் ஆய்வகத்தின் இடப்பரப்பு அதிகம் இருத்தல் வேண்டும். ஒரு சமயத்தில் எல்லா இடமும் தேவையாக இராது ; என்றாலும், இடம் அதிகம் இருக்கத்தான் வேண்டும்.

(3) இந்த ஆய்வகத்தை நிறுவுவதற்கு முன்னர் பள்ளியில் வேறு ஆய்வகத்தில் என்னென்ன வசதிகள் பெறக்கூடும் என்பதை அறிந்த பிறகுதான் ஆய்வகத்தை அமைக்கும் செயலில் இறங்க வேண்டும். கிடைக்கக்கூடிய வசதிகளையே திரும்பவும் அமைப்பதில் பொருள் இல்லை. விலையுயர்ந்த கருவிகளை இரண்டாம் முறை வாங்குவது எதற்கு ?

(4) வேதியியல் பொருள்களிலிருந்து வெளிப்படும் நச்சு ஆவிகள் உயிரியல் பொருள்களையும் சில நுட்பமான துணைக்கருவிகளை யும் கெடுக்கக்கூடும். அவ்வாறு நேரிடாது பார்த்துக்கொள்ளல் மிகவும் இன்றியமையாதது. எனவே, அவற்றிற்கு ஏற்ற தனி இடங்களை அமைத்துக் கொள்ளுதல் வேண்டும்.

இரண்டு நோக்கங்களுக்குப் பயன்படும் ஆய்வகம் : நடைமுறையில் இதனை அமைப்பது சாத்தியப்படக்கூடியது. வேதியியலுக்கும் பௌதிக இயலுக்கும் பயன்படும் ஓர் ஆய்வகத்தையும், பௌதிக இயலுக்கும் உயிரியலுக்கும் பயன்படும் பிறிதோர் ஆய்வகத்தையும் அமைத்துக் கொண்டால் இந்த இரண்டையும் கொண்டு 500 மாணாக்கர் களுக்கு மேற்படாத பள்ளிகளில் பொது அறிவியல் பாடத் தேவைகளை முற்றுப்பெறச் செய்யலாம். வேதியியல் பகுதிகளுக்குரிய சோதனை களை ஓர் ஆய்வகத்திலும் உயிரியல் பகுதிகளுக்குரிய சோதனை களை மற்றோர் ஆய்வகத்திலும் செய்யலாம் ; பௌதிக இயலுக்குரிய சோதனைகளை இரண்டிடங்களிலும் பிரித்துக்கொண்டு செய்யலாம். ஒரு வகுப்பிற்குரிய அறிவியல் பாடம் கற்பிக்கும் பொறுப்பு ஒரே ஆசிரிய ரிடம் இருந்தால், அவ்வகுப்புக்குச் 'செய்து காணும் திட்டத்தை' எளி தாகச் செயற்படுத்தலாம். அவ்வாறு இல்லாவிட்டால் பாடவேளைப் பட்டியை அமைப்பதில் சிரமம் இருக்கும்.

கவனத்திற்குரியவை : இரண்டு நோக்கங்களுக்கான ஆய்வகத்தை அமைப்பதில் கவனிக்கவேண்டியவை :

(அ) பயன்படும் அதிக இடப் பரப்பு ;

(ஆ) தாராளமான சேகரஞ் செய்யும் இடப்பரப்பு ;

(இ) இருக்கை வசதிகளை விருப்பப்படி மாற்றியமைக்கும் ஏற்பாடுகள் ;

(ஈ) தேவையான துணைக்கருவிகள்.

பல்வேறு தேவைகளுக்காக இந்த ஆய்வகங்களைப் பயன்படுத்துவதால், முன் கூட்டியே பல்வேறு தேவைகள் யாவை என்பதை ஓரளவு அறுதியிட்டுக்கொண்டே ஆய்வகங்களை நிறுவுதல் வேண்டும். எனவே, அறைக்குள் அமைக்கும் எல்லாவிதப் பொருத்தங்களை (Fittings) மிகவும் நன்றாகச் சிந்தித்த பிறகே அமைக்க வேண்டும். அவை எவ்வித வேலைகளுக்கும் இடையூறுகளாக அமைதல் கூடாது.

இடப்பரப்பு அதிகமாக இருந்தால் எல்லா வசதிகளையும் செய்து கொள்ளலாம். எனவே, அறிவியல் ஆசிரியர் முதலில் அதிக இடப் பரப்பை வற்புறுத்துதல் வேண்டும். ஒன்றற்கு மேற்பட்ட பாடப் பகுதிகளைக் கற்பிக்கும் ஆய்வகத்தில் எதிர்பாராத தேவைகளுக்கென இடம் ஒதுக்கப்பெற்றிருக்கும். ஆய்வகத்தில் பௌதிகப் பகுதிபற்றிய சோதனைகள் நடைபெறுங்கால் ஒதுக்கி வைத்துள்ள பெஞ்சு இடத்தை அடுத்த பாடவேளையில் நடைபெறவிருக்கும் உயிரியலுக்குரிய பொருள்களை வைத்துக்கொள்ளப் பயன்படுத்தலாம். ஒரே பாடவேளையில் முடிவுறாத சோதனைகளுக்குரிய பொருள்களையும் அவ்வவ்விடங்களிலேயே வைத்துக்கொள்ளலாம்.

சில குறிப்புகள் : இரண்டு நோக்கங்களுக்கான ஆய்வகத்தை அமைக்கும்பொழுது அடியிற்காணும் குறிப்புகளையும் கவனித்தல் வேண்டும்.

(1) 'செய்து காட்டல்' ஏற்பாட்டிற்கான வசதிகளும் தேவை ; பயிற்றும் அறை என்று ஒன்றில்லாத பள்ளிகளில் ஆய்வகத்திலேயே செய்து காட்டலுக்கேற்ற மேசையையும் அமைத்துக்கொள்ளலாம். அந்த மேசையில் அமைக்கும் பொருத்தங்கள் (Fittings) மிக விரிவான நிலையில் இருக்கவேண்டியதில்லை ; மின்னாற்றல், எரிவாயு, தண்ணீர் முதலியவை பெறும்படியாகவும், ஒரு கழிநீர்த் தொட்டியும், முடிந்தால் ஒரு நச்சு ஆவிப்போக்கியும் இருக்கும்படியாகவும் அமைக்க வேண்டும்.

(2) சுவரிலேயே பொருத்தி வைத்துள்ள ஒன்றிரண்டு பெஞ்சுகள் இருந்தால் நன்று. அந்த அறையில் அகற்றக்கூடிய அதே அளவு உயரமுள்ள மேசைகளும் இருக்க வேண்டும். தேவைப்படுங்கால் மேசைகளை ஒன்றுசேர்த்தோ, அல்லது பெஞ்சுகளுடன் மேசைகளையும் சேர்த்தோ விருப்பப்படி அமைத்துக்கொள்ளலாம். கீலுள்ள பலகையொன்றால் இரண்டு ஓரங்களையும் எளிதில் இணைத்துக் கொள்ளலாம். இந்த ஏற்பாடு பௌதிக இயல் உயிரியல் பகுதிகளுக்கு மட்டிலும் பயன்படுமேயன்றி வேதியியல் சோதனைகளைச் செய்து காட்டப் பயன்படாது.

(3) பெஞ்சின் உயரம், பௌதிக இயலுக்கும் வேதியியலுக்கும் தேவைப்படும் பெஞ்சிற்குச் சற்றுத் தாழ்வாகவும் உயிரியல் பகுதியில் நுண்பெருக்கியைக்கொண்டு செய்யப்பெறும் சோதனைகளுக்கேற்ற பெஞ்சிற்குச் சற்று உயரமாகவும் அமையலாம். இதற்கேற்ற வாறு ஸ்டூல்களின் உயரமும் அமைதல்வேண்டும். இதை அமைக்கும் பொழுது மாணுக்கருக்குள்ள இருக்கை வசதிகளையும் கருத்திற் கொள் ளுதல் வேண்டும்.

(4) இந்த ஆய்வகங்களை அமைப்பதில் சேகரஞ் செய்யும் இடங் களை அமைப்பது ஒரு பிரச்சினையாக இருக்கும்; எனவே, அதையும் நன்கு கவனித்தல் வேண்டும். தேவையான அளவு சேகர அறைகளை அமைத்துக் கொள்ளலாம்; ஆனல் அத்துடன் பிரச்சினை தீராது; அந்த அறைகளில் சேகரஞ் செய்வதற்கேற்றவாறு இடவசதிகளும் பிறவசதி களும் அமைதல் வேண்டும்.

(5) ஆய்வகத்தில் நடைபெறும் சோதனைகளின் அளவையும் தரத் தையும் ஒட்டி அங்குக் கழிநீர்த்தொட்டிகள் அமையவேண்டும். எப்பகுதி யில் அதிகக் கழிநீர்த் தொட்டிகள் தேவைப்படுமோ, அதற்கேற்றவாறு தொட்டிகளின் எண்ணிக்கையை அறுதியிடுதல் வேண்டும்.

(6) சுவரின் நெடுக சில இடங்களில் தண்ணீர், எரிவாயு, மின்னுற் றல் முதலியவை தாராளமாகக் கிடைக்க வசதிகள் செய்ய வேண்டும். தண்ணீர், எரிவாயு கிடைக்கும் இடங்களையும் மின்னுற்றல் கிடைக்கும் இடங்களையும் பிரித்து அமைப்பதில் தனிக் கவனம் செலுத்த வேண்டும். ஒவ்வொரு மாணுக்கன் சோதனை செய்யும் இடங்களுக்கு இவை எட்டினல் மிகவும் வசதியாக இருக்கும் என்பதை வற்புறுத்த வேண்டியதில்லை.

ஆய்வகத்தில் வடபுறமாக பெஞ்சு உயரத்திலுள்ள சாளரத்தின் வழியாக வெளிச்சம் விழும்படி ஏற்பாடுகளிருந்தால் உயிரியல்பற்றிய சோதனைகள் செய்வதற்கு வசதியாக இருக்கும். மேலிருந்தும் வெளிச்சம் வர வசதிகளிருந்தால் இஃது இன்னும் சிறக்கும்.

(7) மற்றும் பேசும் படங்கள், நிழற்படங்கள், படச் சுருள்கள் முதலியவை காட்டும் வசதிகளும், படப்பெருக்கிகள், கம்பியில்லாத் தந்தி முதலிய ஏற்பாடுகளும் ஆய்வகத்தில் அமையவேண்டும். இக் காரணங்களால் பயிற்றும் அறை, ஆய்வகம் ஆகியவை தனித்தனியாக அமைதல் பெருஞ் சிறப்பாகும்.

ஆய்வகம்—பயிற்றும் அறை கலந்ததோர் அமைப்பு: நாடு விடுதலை யடைந்த பிறகு பல சிற்றூர்களிலும் உயர்நிலைப்பள்ளிகள் தொடங்கப் பெற்றுள்ளன. நீண்ட நாட்களாகப் பள்ளிகள் வேண்டும் என்று ஏங்கிக் கொண்டிருந்தவை அவ்வூர்கள். இவ்விடங்களில்,

வீடுதோறும் கலையின் விளக்கம்
வீதிதோறும் இரண்டொரு பள்ளி
நாடு முற்றிலும் உள்ளன வூர்கள்
நகர்க ளெங்கும் பலபல பள்ளி
தேடு கல்வியி லாததோ ரூரைத்
தீயினுக் கிரை யாக மடுத்தல்[1]

என்ற பாரதியாரின் 'கல்வித் திட்டம்' இன்று செயற்படத் தொடங்கி யுள்ளது என்று கருதலாம். நம் நாட்டுப் பொருளாதார நிலையினை யொட்டியும், மின்னாற்றல் முதலிய பல்வேறு வசதிகள் சிற்றூர்களில் கிடைப்பது அருமை கருதியும் சிற்றூர்ப் பள்ளிகளுக்கும் ஏற்றவாறு ஓர் ஆய்வகத்தை நிறுவுவதில் கவனம் செலுத்துவது மிகவும் இன்றி யமையாதது. டாக்டர் **வொயிட்ஹவுஸ்** என்பார் கூறும் ஆய்வகமும் பயிற்றும் அறையும் இணைந்ததோர் அமைப்பு இப்பள்ளிகளுக்கு மிகவும் பொருத்தமாக இருக்கும். அவர் கூறும் அமைப்பை ஈண்டுச் சிறிது கவனிப்போம் :

கட்டட அமைப்பு : அவர் கூறும் 45′ × 25′ அளவுள்ள அறை மிகவும் ஏற்றது. 25 அடிக்கு மேல் அறையின் அகலமிருந்தால் கூரையைத் தாங்கும் அமைப்பில் சங்கடங்கள் ஏற்படும். 25 அடிக்குக் குறைவான அகலம் கூடாது ; வசதியிருந்தால் 30 அடி அகலம் உள்ளதாக அமைக்கலாம். இந்த அறையில் ஒரு பாதியில் வகுப்பை உட்காரவைத்து, செய்துகாட்டல் முறையில் பாடங்களைக் கற்பிக்கலாம்; மற்றொரு பாதியில் மாணாக்கர்கள் தாமாகச் சோதனைகளைச் செய்யும் மேசைகளை அமைக்கலாம். இதில் 20 பேர்களுக்குத்தான் வசதிகள் செய்ய முடியும் ; இவர்கள் சோதனைகளைச் செய்துகொண்டிருக்கும் பொழுது, மற்றொரு இருபது பேர் ஏதாவது எழுத்து வேலைகள் செய்து கொண்டிருப்பர். முன்னர்க் குறிப்பிட்டபடி இம்மாதிரியாக[2] இரண்டு அறைகள் அமைத்தால், பாடவேளைப் பட்டி அமைப்பதில் சிரமம் இன்றி எல்லா வகுப்புகளுக்கும் நல்ல முறையில் அறிவியல் கற்பித்தலை மேற்கொள்ளலாம்.

அறையின் சுவர் $1\frac{1}{2}$ அடி கனம் இருந்தால் போதுமானது. சிமெண்டையோ காரையையோ கொண்டு செங்கல் கட்டடம் அமைத்தால் கெட்டியாக இருக்கும்; தரையை வழுவழுப்பாக இருக்கும்படி அமைத்தல் நன்று. 'காங்கிரீட்' தளம் மிகவும் ஏற்றது. இத்தளம் வழுவழுப்பாக இருப்பதுடன், எளிதில் துப்புரவு செய்ய வசதியாகவும் இருக்கும். ஒருபக்கம் சிறிது சரிவாக அமைத்துவிட்டால் அடிக்கடி தண்ணீர்விட்டுக் கழுவலாம் : மூலை முடுக்குகளில் தூசும் குப்பையும் அடையாது பார்த்துக்கொள்ளவும் செய்யலாம்.

1. பாரதியார்: கவிதைகள்—வெள்ளைத்தாமரை. 6.

2 ஒன்று வேதியியலுக்கும் பௌதிக இயலுக்கும் ; மற்றொன்று உயிரியலுக் கும் பௌதிக இயலுக்கும்.

பக்கத்திற்கு மூன்று வீதம் பெரிய (6'×7' அளவுள்ள) சாளரங்களை அமைத்துக் காற்றோட்ட வசதி செய்துகொள்ளலாம். இரண்டு சாளரங்களை மாணாக்கர்கள் உட்கார்ந்துகொண்டு கவனிக்கும் இடத்திற்கு நேராகவும், ஒரு சாளரத்தைச் சோதனைகள் செய்யும் இடத்திற்கு நேராகவும் அமைத்தல்வேண்டும். வெளிச்சம் இன்னும் தேவை என்று கருதினால் அது கட்டடத்தின் மேலிருந்து கிடைக்குமாறு ஏற்பாடுகள் செய்யலாம். சாளரத்தின் கதவுகள் வெளிப்புறத்தில் திறந்து மூடுமாறு 'பார்லிமெண்டரி கீல்களை'ப் பொருத்துதல் வேண்டும். கருப்புத் திரைகளால் சாளரங்களை மூடும் ஏற்பாடுகளையும் அமைத்துக்கொள்ளலாம்.

அறைக்கு இரண்டு வாயிற்படிகள் வேண்டும்; நுழைதற்கு ஒன்றையும் வெளிவருவதற்கு மற்றொன்றையும் பயன்படுத்துதல் வேண்டும். எக்காரணத்தைக்கொண்டும் மாற்றிப் பயன்படுத்தக் கூடாது. ஒருசிலர் வகுப்பு நடைபெறுங்கால் ஒன்றையும், சோதனைகள் நடைபெறுங்கால் பிறிதொன்றையும் பயன்படுத்தும் திட்டத்தை மேற்கொள்கின்றனர். அதுவும் சரியே. எப்படியிருந்தபோதிலும் அதில் ஒரு வரையறை வேண்டும். வாயிற்கதவுகளையும் சாளரக் கதவுகளையும் திறந்து வைத்துக்கொண்டால் நல்ல காற்றோட்டத்தை உண்டாக்கிக் கொள்ளலாம். பள்ளி ஊரைவிட்டு ஒரு மைதானத்தில் அமையுமானால் சாளரங்கட்குக் கம்பி வலை அடிக்க வேண்டியதில்லை; இந்த அமைப்பால் வெளிச்சத்திற்கும் காற்றிற்கும் சிறிதும் தடை இராது. அவ்வாறின்றிப் பள்ளி ஊருக்குள் அமைந்தால், சாளரத்தின் கீழ்ப்பாதியில் நிரந்தரமாகக் கம்பி வலை அடித்துவிட வேண்டும்; மேற்பாதியில் கம்பிவலை அடித்த கதவுகளை உட்புறமாகத் திறக்குமாறு அமைத்தல்வேண்டும். வாயில்களின் கதவுகளும் வெளிப்புறமாகத் திறந்து மூடுமாறுதான் அமைக்கவேண்டும்! ஏதாவது விபத்துகள் நேர்டுங்கால் கதவுகள் மூடிக்கொண்டு குழப்பத்தை விளைவிக்காது உடனே வெளியேறுவதற்கு இவ்வமைப்பு மிகவும் ஏற்றது.

சுவர்களுக்குச் சுண்ணும்பால் வெள்ளை அடிப்பதைவிட 'டிஸ்டெம்பர்' அல்லது 'ஸ்னேசெம்' பூச்சு நன்று. சற்று செலவு அதிகமாக இருப்பினும் நீண்ட கால அளவில் இதுதான் மலிவு; இப்பூச்சு ஒரு முறை அடித்து விட்டால் பல ஆண்டுகள் நீடித்து இருக்கும்; பார்ப்பதற்கு வனப்பாகவும் இருக்கும்; ஆண்டுதோறும் வெள்ளையடிப்பதால் நேரிடும் தொல்லைகளும் நீங்கும்.

இருக்கை வசதிகள்: சுவரிலேயே 10 அடி நீளமும் 4 அடி அகலமுமான ஒரு சிமெண்டு கரும்பலகையை நல்ல முறையில் அமைத்துக் கொள்ளலாம். இதிலிருந்து 3 அடி தூரத்தில் ஆசிரியர் மேசையிருக்கும்; இது 6 அடி நீளம், 3 அடி அகலம், 2½ அடி உயரம் இருந்தால் போதுமானது. 2½ அடி உயரம் இருந்தால் ஆசிரியர்

எழுதுவதற்கும் வசதியாக இருக்கும் ; ஆசிரியர் செய்து காட்டும் சோதனைகளை மாணுக்கர் நன்கு கவனிக்கவும் இயலும். இந்த மேசைக்கும் ஆசிரியர் இருக்கைக்கும் மேடை தேவை இல்லை ; அப்படித் தேவையாக இருந்தால் 10 அங்குலம் உயரத்திற்கு சிமெண்ட் காங்கிரீட்டால் ஒரு மேடையை அமைத்துக்கொள்ளலாம்.

மாணுக்கர்கள் உட்கார்ந்துகொண்டு கவனிக்கும் இடமும் அவர்கள் சோதனை செய்யும் இடமும் ஒரே தளத்தில்தான் இருக்கும் ; தரையில் ஏற்றத்தாழ்வுகள் இராது. கல்லூரிகளில் இருப்பது போல் 'காலரியில்' உட்காரும் வசதி இங்கில்லை. காலரி அமைப்பதால் செலவும் அதிகம் ; தொல்லைகளும் அதிகம். அது இருந்தால் தரையைத் துப்பரவு செய்வதும் சிரமம் ; ஆசிரியர் மாணுக்கர்களை மேற்பார்த்தலும் எளிதன்று. உயர்நிலைப் பள்ளிகளில் மாணுக்கர்களை மேற்பார்த்து அவர்கள் எழுத்து வேலை முதலியவற்றை அடிக்கடி கவனிக்காவிட்டால் கற்பித்தல் நன்முறையில் நடைபெறுதன்றோ ?

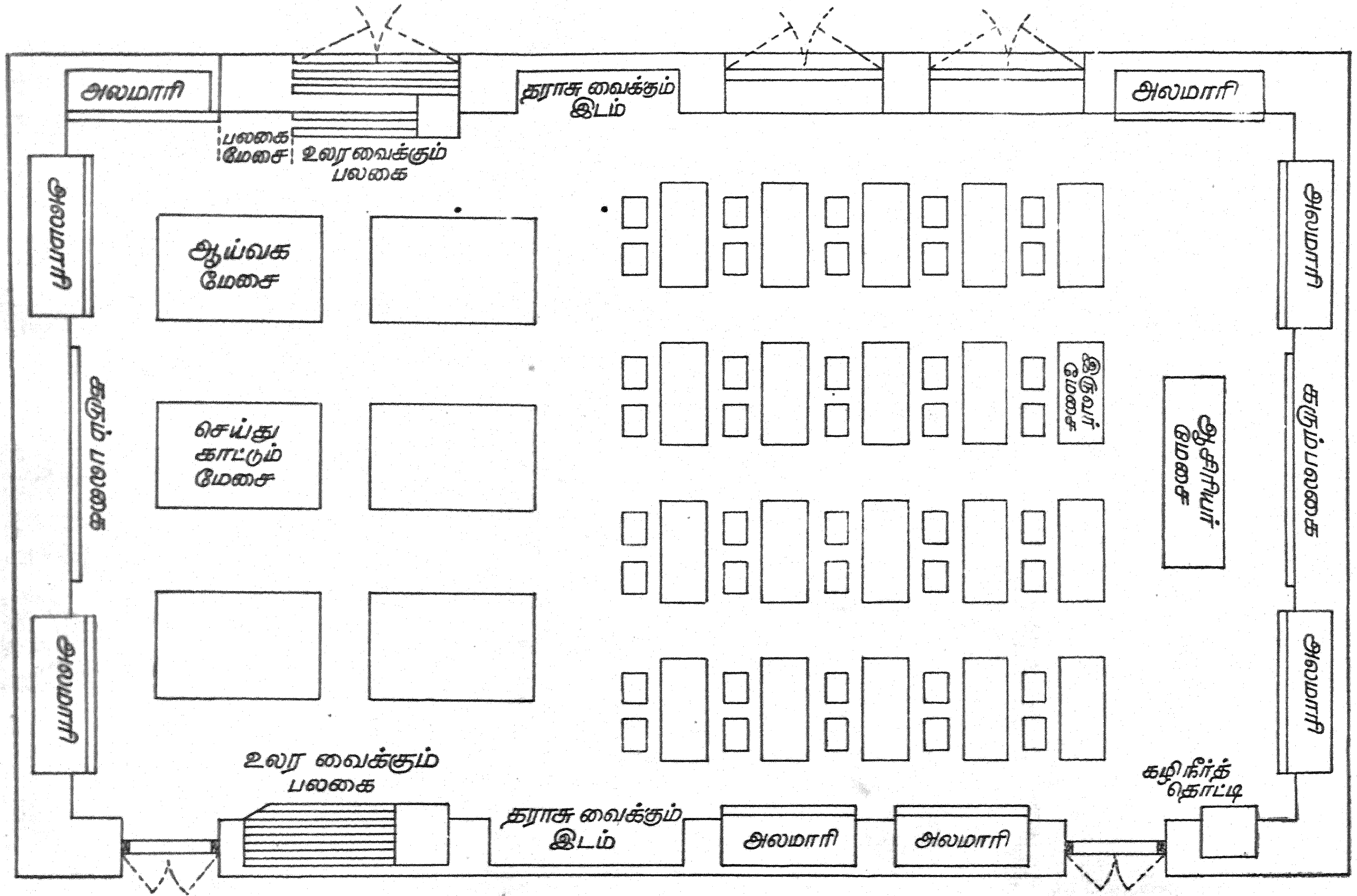
இரண்டிரண்டு பேர் சேர்ந்து உட்காருமாறு பெஞ்சுகளையும் மேசைகளையும் தனித் தனியாக அமைத்தால் நன்று. அவ்வாறின்றி இருக்கை வசதியுடன் கூடிய இரட்டைச்சாய்வு மேசைகளை அமைத்தலால் நன்மை விளையாது ; செலவும் அதிகம். இருபது மேசைகளும் சாய்மானம் உள்ள இருபது பெஞ்சுகளும் இருந்தால் ஒரு வகுப்பிற்குப் போதுமானது. இவ்வாறு தனித்தனியாக அமைப்பதால் பல நன்மைகள் உள ; செலவு குறையும். இயல்பான முறை ; பள்ளிக்கு வெளியிலும் இவ்வித அமைப்புதானே உள்ளது ? மாணுக்கர்கள் எளிதாக எழுந்து நிற்கவும், வெளியே போகவும் வசதியாக இருக்கும். அறையைத் துப்புரவு செய்யுங்கால் அவற்றை அகற்றுதல் எளிது. பள்ளி விழாக்களின்பொழுது வெளியாருக்கும் விருந்தினர்களுக்கும் நல்ல முறையில் இருக்கை வசதிகளைச் செய்துகொள்ளவும் உதவும்.

மேசை $3\frac{1}{2}$ அடி நீளம், $1\frac{1}{2}$ அடி, அகலம், 2 அடி உயரம் இருத்தல் வேண்டும். மேசையின் அடியில் மாணுக்கர்கள் நூல்கள், கையேடுகள் முதலியவை வைத்துக்கொள்வதற்கேற்றவாறு பலகைகளால் தடுப்பு செய்தல் வேண்டும். இந்த அமைப்பு மாணுக்கர் உட்காருங்கால் முழங்காலில் மோதாதிருக்குமாறு பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். மேசையின் மேல்தளம் சமமாகவே இருக்கும் ; மைக்கூடுகள் வைப்பதற்கேற்ற வரைவுகள் இரா. பெஞ்சு $1\frac{1}{2}$ அடி உயரமும் 1 அடி அகலமும் இருக்கும். இவை யாவும் நல்ல தேக்கு மரத்தால் செய்யப் பெற்றவை.

ஒரு மேசையையும் பெஞ்சையும் $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2}$ அடி சதுரத்தில் அமைத்துவிடலாம். வரிசைக்கு நான்கு வீதம் 5 வரிசைகளில் இருக்கை வசதிகளை அமைத்துக்கொள்ளலாம். 40 பேர் உட்காருவதற்கு $18\frac{1}{2} \times 17\frac{1}{2}$ சதுர அடி இடப்பரப்பு போதுமானது.

ஆய்வகம்

40 பேர்களுக்கு செய்து காட்ட, 20 பேர் செய்து பார்க்க



ஒரு வரிசைக்கும் இன்னொரு வரிசைக்கும் $1\frac{1}{2}$ அடி சந்து போதுமானது; இரண்டு பக்கங்களிலும் சுவருக்கும் மேசைக்கும் இடையே $2\frac{1}{2}$ அடியிலிருந்து $3\frac{1}{2}$ அடி வரையிலும் சந்து இருக்கும்.

சோதனை செய்வதற்கு மேசைகள் : மாணக்கர்கள் சோதனைகள் செய்வதற்கு ஆறு மேசைகள் கிடைப்படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு அமைக்கப்பெற்றிருக்கும். இவை யாவும் தேக்கு மரத்தாலானவையே. ஒவ்வொரு மேசையிலும் மாணக்கர் அமர்ந்து சோதனைசெய்யும் இடத்தின் அருகில் அவர்களுடைய நூல்கள், கையேடுகள் முதலியவற்றை வைத்துக்கொள்வதற்கு மேல்தளத்திற்குச் சற்றுக் கீழாகப் பலகை வைத்துத் தடுக்கப்பெற்றிருக்கும். மேசைகளுக்கு மினுக்கெண்ணெய்ப் பூச்சும் மேல்தளத்திற்கு மட்டிலும் மெழுகுப் பூச்சும் பூசப்பெற்றிருக்கும். இந்த மேசைகளில் தூசுகள் அடையக் கூடிய எவ்வித ஓவிய வேலைகளும் கூடாது. ஆய்வகத்திலும் மேசைகளிலும் தூசு முதலியவை அடையாதவாறு பார்த்துக் கொள்ளுதல் வேண்டும்.

மேசைகள் 6 அடி நீளமும், $3\frac{1}{2}$ அடி அகலமும், $2\frac{1}{2}$ அடி உயரமும் இருக்கும். ஒவ்வொரு மேசையிலும் நான்கு மாணக்கர்கள் சோதனைகளைச் செய்வர். மேசைகளுக்கிடையே மாணக்கர்கள் நின்று கொண்டு சோதனை செய்யும் இடம் $3\frac{1}{2}$ அடி அகலம் இருக்கும்; இந்த அளவு போதுமென்று அநுபவத்தில் காணப்பட்டுள்ளது. இரண்டு மேசைகளுக்கிடையே உள்ள சந்து 2 அடி இருந்தால் போதுமானது; சுவர்களுக்கும் மேசைகளுக்கும் இடையேயுள்ள சந்து 3 அடியிலிருந்து 4 அடி வரை இருக்கும். இந்த மேசையின் அருகில் அமர்வதற்கேற்ற 'இருக்கைகள்' இருக்கும். மாணக்கர்களின் வயதை அநுசரித்து இவை 22"—24" உயரம் இருக்கலாம். சாய்வான வசதி இதில் கூடாது; ஓரங்களும் மழுக்கியவையாக இருத்தல் வேண்டும். கால்களில் இரப்பர் உள்ளடி (Sole) அமைத்தால் நன்று. வேலை முடிந்து மாணக்கர்கள் வெளியில் செல்லும்பொழுது இருக்கைகளை மேசையின் அடியில் தள்ளி வைத்து விடலாம்.

இந்த மேசைகள் உள்ள பக்கத்திலும் 10'×4' அளவுள்ள கரும்பலகை சுவரில் அமைக்கப்பெற்றிருக்கும். மாணக்கர்கள் சோதனை செய்யுங்கால் விளக்க வேண்டியவற்றை இதன் உதவி கொண்டு விளக்கலாம். கரும்பலகைக்கும் மேசைகளுக்கும் இடையே 3 அடிக்குமேல் இடைவெளி இருக்கும்; ஆசிரியர் கரும்பலகையைப் பயன்படுத்துங்கால் இடையூறு ஒன்றும் இராது.

பிற அமைப்புகள் : ஆசிரியர் தேவைக்கு ஒன்றும், மாணக்கர் தேவைக்கு இரண்டுமாக, மூன்று கழிநீர்த் தொட்டிகள் அமைக்கப் பெறும். மாணக்கருக்கு உரியவைகளில் ஒன்று சாளரத்தின் ஒதுக்கிடத்திலும், மற்றொன்று பிறிதோர் ஒதுக்கிடத்திலும் அமைக்கப் பெறும். இரண்டிலும் கீழ் நோக்கிய குழாய்கள் பொருத்தப்

பெற்றிருக்கும்; குழாய்களுக்கு நேராகத் துத்தநாக வாளிகள் வைக்கப்பெற்றிருக்கும். தேவைப்படுங்கால் பயன்படுத்துவதற்காக வேறொரு வாளியும் அருகில் இருக்கும். மூக்குக் குவளைகள், குடுவைகள் முதலியவை கழுவிய பிறகு நீர் வடிவதற்கும் உலர்வதற்கும் ஏற்ற பள்ளங்களுடன் ஒரு வடிநீர்த் தட்டும் ஒரு மூலையில் வைக்கப் பெற்றிருக்கும். இதிலிருந்து வடிநீர் கழிநீர்த் தொட்டிகளில் விழுமாறு ஏற்பாடுகள் அமைக்கப்பெற்றிருக்கும்.

பள்ளி அறிவியல் பாடத்திட்டத்தில் வரும் சோதனைகளில் பெரும் பான்மையானவற்றிற்கு அதிகத் தண்ணீர் தேவையிராததாலும், செலவு சுருக்கம் கருதியும், மேசைகள் வேதியியல் பௌதிகம் ஆகிய இரண்டற்கும் பயன்படும் பொருட்டும், மேசையில் புழங்குமிடம் அதிக மிருத்தற்பொருட்டும், கழிநீர் வாய்க்கால்கள் குறுக்கும் நெடுக்குமாக அமைந்து திரை கெடாதிருத்தற் பொருட்டும், நீர் தெறிக்காமல் மேசைகள் தூய்மையாக இருத்தற் பொருட்டும், மேசைகளில் கழிநீர்த் தொட்டிகள் அமைக்கப்பெறுவதில்லை.

மற்று, மேசைகளில் இழு-தட்டுக்களோ (Drawers) அலமாரி அமைப்புகளோ இல்லை. அப்படி அமைத்தால் பெரும்பாலும் அவை கிழிந்த காகிதங்கள், உடைந்த கருவிகள், குப்பைகள் முதலியவற்றின் புகலிடமாகத்தான் பயன்படும். ஒவ்வொரு மாணக்கனும் தனக்கெனத் தனியான கருவி முதலியவற்றை வைத்துக் கொள்வதற்காகத்தான் இவை வேண்டும். ஆனல், உயர்நிலைப் பள்ளி மாணக்கனுக்குத் தனித்தனியாக ஆய்வு கருவிகள் தர வேண்டியதில்லை. அவற்றைப் பூட்டி வைப்பதால் மட்டிலும் அவை உடையாமலோ பிற வகையில் சேதமடையாமலோ இருக்குமென்று சொல்வதற்கில்லை. ஒவ்வொரு சோதனையின் இறுதியில் ஆசிரியர் மேற்பார்வையில் துணைக் கருவிகளைத் திரும்பவும் அலமாரிகளில் வைத்தால் அவற்றைச் சரி பார்க்கும் பொறுப்பு எற்படுவதுடன் உடைதல் முதலிய குறைகளையும் அவ்வப்பொழுதே தீர்மானிக்கவும் இயலும்.

தண்ணீர்த் தேவைக்கு $4' \times 4' \times 4'$ அளவுள்ள ஒரு துத்தநாகத் தொட்டியை வைத்துக்கொள்ளலாம். இத்தொட்டியை அறையின் ஒரு மூலையில் உயரமான இடத்தில் அல்லது கட்டடத்தின் மேற்கூரையில் வைத்து அதிலிருந்து கழிநீர்த் தொட்டிகளுக்குக் குழாய்களை அமைத்துக் கொள்ளலாம். இவ்வமைப்பு அதிகச் செலவில் முடியும் எனக் கருதினல் ஒவ்வொரு கழிநீர்த் தொட்டியின் அருகிலும் பித்தளை அடைப்பானுள்ள துத்தநாகப் பீப்பாவை வைத்து அதில் நீர் நிரப்பி வைத்துக் கொள்ளலாம்.

அறையின் பக்கச் சுவர்கள் இரண்டிலும் 7-லிருந்து $7\frac{1}{2}$ அடி நீளத்தில் ஒதுக்கிடங்களைத் தரையிலிருந்து $3\frac{1}{2}$ அடி உயரத்தில் அமைத்து அவ்விடங்களில் தராசுகளை வைத்துக்கொள்ளலாம்.

இத்தகைய ஏற்பாடுகளால் செலவு குறையும் ; வேறு ஏற்பாடுகளால் அறையின் புழக்க இடம் குறையும்.

துணைக்கருவிகளையும் பிற சாதனங்களையும் சுவர்களிலுள்ள அலமாரிகளில் வைத்துக்கொள்ளலாம். இந்த அறையில் 7 அடி உயரமும் 5 அடி அகலமுமுள்ள ஆறு அலமாரிகள் இருக்கும் ; உட்கட்டு $1\frac{1}{2}$ அடி ஆழம் இருக்கும். இந்த $1\frac{1}{2}$ அடியில் 1 அடி சுவரினுள்ளும் $\frac{1}{2}$ அடி வெளியில் நீட்டிக்கொண்டும் இருக்கும். இந்த அலமாரிகள் சாமான்கள் வைப்பதற்குப் போதுமானவை. வேதியியல் ஆராய்ச்சிப் பொருள்களுள்ள போத்தல்களைத் தராசுகள் வைத்துள்ள ஒதுக்கிடங்களுக்கருகில் அமைக்கப்பெற்றிருக்கும் திறந்த சிறிய அலமாரிகளில் வைத்துக்கொள்ளலாம்.

அறிவிப்புப் பலகைகள் வாயில்களுக்கருகிலோ இரண்டு சாளரங்கட் கிடையேயுள்ள இடத்திலோ இடம்பெறலாம்.

திறமையுள்ள அறிவியல் ஆசிரியர்கள் இத்தகைய ஆய்வகங்களை வைத்துக் கொண்டு சிறந்த 'அசுவமேதயாகம்' செய்து விடலாம். இதற்குக் கட்டுப்பாடு வேண்டும் ; கட்டுப்பாட்டில் கவனம் செலுத்தாது உதாசீனமாக இருந்தால் ஒன்றும் நடவாது. கீழ்க் கண்டவற்றைக் கட்டுப்பாட்டு விதிகளாகக் கொள்ளலாம் :

கட்டுப்பாட்டு விதிகள் : (1) ஒவ்வொருவருக்கும் உரிய இடத்தை முதலிலேயே வரையறை செய்துவிடுதல் வேண்டும். எழுதும் மேசையிலும் இவ்வரையறை இருத்தல் வேண்டும். காரணமின்றி ஆசிரியர் இசைவு பெருது ஒருவரும் அங்குமிங்கும் நடமாடக் கூடாது.

(2) ஆசிரியரே மாணுக்கர்களுக்குத் தேவையான துணைக்கருவி முதலியவற்றை மேசைகளில் வைக்கும்படி ஏற்பாடு செய்துவிடலாம். நடைமுறையில் இது முடியாவிடின், மாணுக்கர்கள் அறைக்கு வந்ததும் ஒவ்வொரு மேசையிலும் 1,5,9,13...எண்களுள்ள இடங்களிலுள்ளவர்கள் ஒவ்வொருவரும் நான்கு பேர்களுக்கு வேண்டியவற்றை அலமாரிகளிலிருந்து எடுத்துக்கொண்டு வந்து வைக்கும்படி ஏற்பாடு செய்யலாம்.

(3) பாடவேளை முடிவதற்கு 5 நிமிடங்கள் இருக்கும்பொழுதே பாடத்தை முடித்துவிட்டு துப்புரவு செய்யவேண்டியவற்றையும் தூய்மையானவற்றையும் பிரிக்கவேண்டும். 2, 6, 10, 14...எண்களுள்ள இடத்திலுள்ளவர்கள் துப்புரவு செய்ய வேண்டியவற்றை வடிநீர்த் தட்டில் கொண்டுசேர்ப்பர். 3, 7,11, 15...எண்களுள்ள இடத்திலுள்ளவர்கள் தூய்மையானவற்றை அலமாரிகளில் கொண்டு சேர்ப்பர். 4, 8, 12, 16...எண்கள் உள்ள இடத்திலிருப்பவர்கள், ஒவ்வொரு மேசையிலுமுள்ள துணியைக்கொண்டு மேசையைத் துப்புரவாக்குவர். ஆசிரியர் சரியென்று ஒப்புக்கொண்ட பிறகு மாணுக்கர்கள் வரிசையாக வெளியே செல்லுதல்வேண்டும்.

(4) குடிமைப் பயிற்சித் திட்டம் செயற்பட்டுவரும் இன்று வகுப்புத் தலைவர்களைக்கொண்டு பள்ளி நேரத்திற்குப் பிறகோ வேறு ஓய்வு நேரங்களிலோ வடிநீர்த் தொட்டிக்கருகில் சேகரஞ் செய்யப் பெற்றுள்ள கருவிகளைத் துப்புரவு செய்யலாம். அல்லது மாணக்கர் களிடையே ஒருவித முறையை ஏற்படுத்திக்கொண்டு இத்துப்புரவு வேலையை மேற்கொள்ளலாம்.

(5) தரையில் வெள்ளை அல்லது கருப்புக் கோடுகளை வரைந்து அந்தக் கோட்டிலேயே பெஞ்சு, மேசை முதலியவை படியுமாறு அமைக்கும் பொறுப்பை மாணக்கர்களிடமே விட்டு வைக்க வேண்டும்.

இத்தகையதொரு கட்டுப்பாடு மிகவும் இன்றியமையாதது ; இதனல் மாணக்கர்களின் மனப்பான்மையில் நல்ல மாற்றம் காணலாம் ; ஒழுங்கையும் எதிர்பார்க்கலாம். ஒழுங்கு முறை அறிவியல் கற்றலின் ஒரு முக்கிய நோக்கமன்றோ ?

9. அறிவியல் ஆய்வகம் : துணைக் கருவிகள்

இன்றியமையாமை : வெறுங்கை முழம் போடுமா? என்ற பழமொழியைக் கேள்வியுறாதவர்களே இரார். துணைக்கருவிகளின்றி அறிவியலைக் கற்பிக்க இயலுமா? என்று இன்றைய கல்விமுறை வினவுகின்றது. நேரடியான அநுபவம் பெறாது அறிவியலைக் கற்பதால் யாதொரு பயனும் இல்லை. நவீன முறைகளில் கற்பித்தற்குத் துணைக்கருவிகளும் பிற சாதனங்களும் மிகவும் இன்றியமையாதவை. இன்று எத்தனையோ நிறுவனங்கள் துணைக்கருவிகளை விற்பதற்காகவே தோன்றியுள்ளன.. பள்ளிப் பாடத்திட்டங்களின் தேவையையொட்டி அவற்றை வாங்கவேண்டும்.

சோதனைச்சாலைகளில் தேவைப்படும் துணைக்கருவிகளைத் தேர்ந்து வாங்குவதுபற்றிய விதிகள் இவை என வரையறுத்துக் கூற இயலாது. அநுபவத்தில்தான் அவற்றை நன்கு அறிந்துகொள்ள இயலும். தேவைக்கேற்ற துணைக்கருவிகளை வாங்க வேண்டும். இன்றைய நிலையில் பல பள்ளிகளில் அறிவியல் துணைக்கருவிகள் தேவையான அளவுக்கு இல்லை ; சில பள்ளிகளில் தேவையற்ற துணைக்கருவிகளை யெல்லாம வாங்கி அலமாரிகளில் அடைத்து வைத்துள்ளனர். அறிவியல் பாடத்தைப்பற்றிய தெளிவான கருத்தும் துணைக்கருவிகளை வாங்குவதில் நல்ல அநுபவமும் இல்லாத காரணத்தால் இந்நிலை ஏற்பட்டுள்ளது.

சில குறிப்புகள் : புதிய சோதனைச்சாலையாக இருப்பினும் சரி, நடைமுறையிலுள்ள சோதனைச்சாலையாக இருப்பினும் சரி, அறிவியல் துணைக்கருவிகளை வாங்கும் ஆசிரியர் தன் தேவைக்காகவும் தனக்குப் பின்னால் வந்து பணியாற்றுபவர்களின் தேவைக்காகவும் வாங்குவதாக எண்ணவேண்டும். இளம் ஆசிரியர்களுக்குப் பயன்படும்பொருட்டு ஒரு சில குறிப்புகள் ஈண்டு தரப்பெறுகின்றன. அவை அவர்களது பணி சிறத்தற்குத் துணை புரிதல் கூடும். துணைக்கருவிகள் வாங்கப் படுவதற்கு முன்பு கீழ்க்கண்ட கூறுகள் நன்றாக சிந்திக்கப்பெறுதல் வேண்டும் :

(1) வேலைத் திட்டம் ; (2) அறிவியல் பயிற்றப்படும் கால அளவு ; (3) ஆசிரியர் செய்து காட்டலும் மாணாக்கர் செய்து பார்த்தலும் ; (4) ஆசிரியரின் அறிவும் திறனும் ; (5) பொருளாதார நிலை ;

(6) சேமித்து வைக்கும் இடம் ; (7) உதவி ஆட்கள்; (8) பள்ளித் தொழிற்சாலை.

துணைக்கருவிகளை வாங்குவது இவற்றைப் பொருத்து இருக்க வேண்டும். இவை ஒவ்வொன்றையும்பற்றி ஒரு சிறிது கவனிப்போம்.

வேலைத் திட்டம் : அறிவியல் பாடத்திட்டத்தை நன்கு ஆராய்ந்து அதை விளக்கமாகக் கற்பித்தற்குத் தேவையான துணைக்கருவிகளை மட்டிலும் வாங்குதல் வேண்டும். பாடத்திட்டத்திற்கு அப்பாற் பட்டவற்றை வாங்குவதால் அவற்றை வைத்துப் பாதுகாத்தலில் சங்கடங்கள் நேரிடுவதுடன் பொருட்செலவும் மிகும். எனவே, தேவையை முதலில் அறுதியிட்டுக்கொண்ட பிறகுதான் கருவிகளை வாங்குவதில் இறங்குதல் வேண்டும்.

பயிற்றப்படும் கால அளவு : பள்ளிகளில் அறிவியல் பயிற்றப் பெறும் கால அளவும் துணைக் கருவிகளின் அளவையும் தேவையையும் அறுதியிடக்கூடும். அறிவியல் பாடத்திட்டத்தில் செயல்முறை மூலம் கற்றல் அதிகம் நடைபெற்றால் அதற்கேற்றவாறு வேதியியல் பொருள்களும் அதிகம் தேவைப்படும். அதிக நேரம் அறிவியல் கற்பிக்க நேரிட்டால் அப்பொருள்களின் அளவும் அதிகமாகும்.

செய்து காட்டலும் செய்தலும் : வகுப்பில் கற்பிக்குங்கால் ஆசிரியர் செய்து காட்டல் மூலம் கற்பிக்கும் தேவைகளையும் மாணக்கர்கள் சோதனைச் சாலைகளில் தாமாகச் சோதனைகளைச் செய்து கற்றலையும் ஒட்டி, பொருள்களின் அளவை அறுதியிடலாம். நாற்பத்தைந்து மாணக்கர்கள் ஒரு சமயத்தில் சோதனைச்சாலையி லிருந்துகொண்டு செய்தால் எவ்வளவு தேவைப்படும் என்பதற்கேற்றவாறு வாங்கும் பொருள்களைக் கணக்கிடலாம்.

ஆசிரியரின் அறிவும் திறனும் : பெரும்பாலும் ஆசிரியர்கள் தம் அறிவையும் திறனையும் கவனியாது, பொருள்களைத் தாம் எவ்வாறு கையாள்வது என்பதுபற்றிச் சிறிதும் சிந்தியாது பொருள்களை வாங்கத் தலைப்படுகின்றனர். எடுத்துக்காட்டாக, கண்ணுடியை உருக்கி ஊதும் தொழிலை அறியாத ஆசிரியர், அக்கலையை அறிந்துகொள்ள வேண்டும் என்ற ஆர்வமே சிறிதும் இல்லாதவர், ஊது துருத்தி, ஊது உலை, பிற கருவிகள் முதலியவற்றைக்கொண்டு கண்ணுடி ஊதும் மேசையைச் சோதனைச் சாலையில் அமைப்பதால் யாது பயன்? அன்றுடம் நடைமுறையில் பயன்படாத துணைக்கருவிகளை வாங்குவதில் பணம் செலவிடல் ஆகாது.

பள்ளியின் பொருளாதார நிலை : பள்ளியின் நிதி நிலையும், துணைக் கருவிகளின் அளவையும் அவற்றின் தரத்தையும் அறுதியிடுகின்றது. தொடக்கத்தில் அடிப்படைத் தேவைக்குரிய எல்லாவிதமான கருவிகளை யும் வாங்கிய பிறகு ஆண்டுதோறும் புதிதாகச் சிலவற்றை வாங்கவும் உடைந்தவற்றிற்குப் பதிலாகப் புதியவைகளை வாங்கி வைக்கவும்

ஓரளவு நிதி ஒதுக்கப்பெற்றால் மிகவும் நன்றாக இருக்கும். எடுத்தவுடன் பாடத்திட்டத்திற்குத் தேவையான எல்லாக் கருவிகளையும் ஒரே சமயத்தில் வாங்கிவிட வேண்டும் என்று முயற்சி செய்வது கூடாது. மாணாக்கர் செய்யும் சோதனைகளுக்குத் தேவையான மூக்குக் குவளைகள், குடுவைகள், புனல்கள், அரங்கள் முதலிய பொருள்களை வாங்கிய பிறகுதான் ஆசிரியர் செய்து காட்டலுக்குத் தேவையான துணைக் கருவிகளை வாங்குதல் வேண்டும். இவற்றைத் தவிர, ஒவ்வொரு சோதனைச் சாலையிலும் ஓர் ஒளிப்படக் காமிரா, மாதிரி நீராவிப்பொறி, மாதிரித் தொலைபேசி, வேறு மிகவும் தேவையான மாதிரிக் கருவிகள் ஆகியவை இருக்க வேண்டியவை. மாணாக்கர்கள் செய்யும் சோதனைகளுக்கும் ஆசிரியர் செய்து காட்டும் சோதனைகளுக்கும் தேவையானவற்றை வாங்கியபிறகுதான் இவற்றை வாங்குதல் வேண்டும். படிப்படியாக, சிறிது சிறிதாக வாங்கிச் சேர்த்தால்தான் நல்ல பொருள்களைச் சேர்க்க முடியும். மலிவான 'சரக்குகளை' வாங்கி சோதனைச் சாலையை நிரப்புதல் கூடாது. வேதியியல் ஆய்வுப் பொருள்களை வைப்பதற்குத் தக்கை மூடியைக்கொண்ட போத்தல்களைவிட கண்ணாடி மூடியைக் கொண்ட போத்தல்கள் மேலானவை ; பெயர் தெரியாத கண்ணாடிச் சாமான்களை வாங்குவதை விட பைரெக்ஸ் (Pyrex) போன்ற உயர்வகை கண்ணாடிப் பொருள்களை வாங்குவது நன்று. நுண் பெருக்கி, மின்முறிகலம் போன்ற துணைக்கருவிகளை வாங்குங்கால் உயர்ந்தவற்றை வாங்குதல் நன்று. வேதியியல் பொருள்களை வாங்குவதிலும் விலை குறைவுக்கு மதிப்பு தருதல் கூடாது. வாணிகப் பொருள்கள் மலிவானவையாக இருக்கலாம் ; சோதனைச்சாலைத் தேவைக்கு அவை சிறிதும் பயன்படா. அவற்றைக் கையாள்வதால் அபாயங்களும் நேரிடலாம். ஆக்ஸிஜன் தயாரிப்பில் பயன்படும் பொட்டாசியம் குளோரேட்டும் மாங்கனிச-டை-ஆக்ஸைடும் தூய்மையாக இல்லாவிட்டால் வெடித்தல் நிகழும். எனவே, நல்ல நிறுவனங்களில் உயர்ந்த பொருள்களைப் பார்த்து வாங்குதல் வேண்டும்.

சேமித்து வைக்கும் இடம் : பொருள்களை வாங்குவதற்கு முயற்சி எடுக்கும்பொழுதே வாங்கின பொருள்களைப் பாதுகாப்பாக வைப்பதற்கும், அறை வசதி, பீரோ வசதி, அலமாரி வசதி முதலியவற்றையும் கவனிக்க வேண்டும். இவை சரியான நிலையில் இராவிட்டால் பொருள்கள் வந்தவுடன் வைப்பதற்கு இவற்றையும் தயார் செய்தல் வேண்டும். பொருள்களும் துணைக்கருவிகளும் சரியான முறையில் வைக்கப்பெறாததால் அவை உடைந்து போவதற்கும் வேறு வகையில் கெட்டுப் போவதற்கும் வாய்ப்பு ஏற்படும். இவற்றை வகைப்படுத்தி ஒழுங்காக வைத்தல்வேண்டும் ; தேவையானவற்றை உடனே எடுக்கும் படியாகவும் அடிக்கடி தேவைப்படுவனவற்றை எளிதாக எடுக்கும்படியாகவும் வைத்தல்வேண்டும்.

உதவி ஆட்கள் : பெரும்பாலான பள்ளிகளில் சோதனைச்சாலையில் அறிவியல் ஆசிரியருக்குத் துணை செய்வதற்குப் பயிற்சி பெற்ற உதவி ஆட்கள் இருப்பதில்லை. அப்படி அவர்கள் நியமிக்கப்பெறினும், அவர்கள் தக்க பயிற்சி பெருதவர்களாக இருப்பதால் அவர்களால் ஆசிரியருக்குப் பெரும் பயன் உண்டாவதில்லை. குறைந்தது பள்ளி யிறுதித் தேர்வு வரையிலுமாவது பொதுக்கல்வி பெருதவர்களைச் சோதனைச்சாலை ஆட்களாக நியமனம் செய்தல் கூடாது ; அன்றியும், அவர்களைத் திறனுடையவர்களா என்று சோதித்து அறிந்த பிறகுதான் நியமனம் செய்தல்வேண்டும்.

இன்றைய நிலையில் சோதனைச்சாலை உதவி ஆட்களுக்கென தனிப் பயிற்சி இல்லை. உற்சாகமும் திறமையும் உள்ள இளைஞர்களைத் தேர்ந்தெடுத்து ஆசிரியர் ஒரு சில ஆண்டுகட்கு அவர்களுக்குப் பயிற்சி அளித்தால் போதுமானது.

சோதனைச்சாலையிலுள்ள உதவி ஆட்களின் வேலை திட்டமாக வரையறுக்கப்பெறுதல் வேண்டும். பள்ளி வேலையாட்களைப் போலவே அவர்களும் வேலை செய்தல் வேண்டும் என்று பொதுப்போக்காக வேலை வைத்தலால் பயன் விளையாது. பள்ளி வேலையாட்கள் தரையையும் சாளரத்தையும் துப்புரவு செய்தல் போலவே, சோதனைச்சாலை உதவி ஆட்கள் மேசைகளையும் துணைக்கருவிகளையும் தூய்மையாக வைத்துக் கொள்ளுதல் வேண்டும். அவ்வேலை சரியாக நடைபெறுகின்றதா என்று பார்ப்பதற்கு அறிவியல் ஆசிரியருக்கு ஓய்வு வேண்டும். 35 பாடவேளையுள்ள பாடவேளைப்பட்டியலில் 5 பாடவேளையாவது அதற்கென ஓய்வு நேரமாக அமைதல் மிகவும் இன்றியமையாதது.

ஒரு சிலர் பள்ளிச் சோதனைச்சாலைகளில் உதவி ஆட்களே தேவை யில்லை என்று கருதுகின்றனர். ஆட்கள் இல்லையாயின் ஆசிரியரிடம் துணைக்கருவிகள் யாவற்றையும் மேற்பார்க்கும் பொறுப்பு இருக்கு மென்றும், அதனால் உடைந்தவற்றை உடனே கண்டறிய வசதியாக இருக்கும் என்றும், பிறர் உதவிகொண்டு மாணக்கர்கள் துணைக் கருவிகளை ஆயத்தம் செய்யும் பழக்கமே ஏற்படாது என்றும் அவர்கள் கருதுகின்றனர்.

பள்ளித் தொழிற்சாலை : சாதாரணமாக, சில துணைக்கருவிகளைப் பள்ளித் தொழிற்சாலையிலேயே செய்து கொள்ளலாம். மரம், உலோகம், கண்ணுடியாலாகிய கருவிகளை இங்கு செய்துகொள்ளலாம். இவை நன்ருகவும் இருக்கும் ; மலிவாகவும் இருக்கும். இங்கு என்னென்ன செய்துகொள்ளலாம் என்பதை நன்கு சிந்தித்த பிறகுதான் புதிதாகச் சாமான்களை வாங்கத் தொடங்கவேண்டும்.

சொந்தமாகச் செய்த துணைக்கருவிகள் : ஒவ்வோர் அறிவியல் ஆசிரியரும் மரவேலை, உலோகவேலை, கண்ணுடி வேலை ஆகியவற்றில் சிறிதளவு பயிற்சி பெற்றிருத்தல் இன்றியமையாதது ; பயிற்சி

பெருத சோதனைச்சாலை உதவியாள் இல்லாத இடங்களில் ஆசிரியருக்கு இப்பயிற்சி பெருந்துணையாக இருக்கும்; அன்றியும், அவர் கைத்தொழில் ஆசிரியரின் துணையையும் பெற்ருல், பல்வேறு துணைக் கருவிகளைத் தாஞகவே செய்துகொள்ளலாம். பள்ளிக் கைத்தொழிற் சாலையில் அல்லது சோதனைச்சாலையில் ஆசிரியராலோ மாணக்கர் களாலோ செய்யப்பெறும் துணைக்கருவிகளைச் 'சொந்தமாகச் செய்த துணைக்கருவிகள்' என்று குறிக்கலாம். சாதாரணமான சோதனைகளுக்கு வேண்டிய ஒரு சில துணைக்கருவிகளைச் செய்துகொள்ளவும், சிலவற்றை மாற்றியமைத்துக் கொள்ளவும், கெட்டுப்போனவற்றைப் பழுது பார்த்துக்கொள்ளவும் வேண்டிய திறன்கள் அறிவியல் ஆசிரியரிடம் அமைந்திருந்தால் நிறைந்த நன்மையுண்டு.

சிந்தனை, கற்பனை, நுணுக்கமான யுக்தி, கைத்திறன் முதலியவை கைவரப்பெற்ற ஆசிரியர் குறைந்த செலவில் பல்வேறு துணைக் கருவிகளைச் செய்துகொள்ளமுடியும். பால் பெட்டிகள், ஒவல்டின் கொள்கலங்கள், கம்பித்துண்டுகள், தக்கைகள், சில பொறிகளின் பகுதிகள், இன்னும் இவை போன்ற பழைய பொருள்களைக் கொண்டு பல்வேறு கருவிகளைச் சரிக்கட்டிக்கொள்ள முடியும். எடுத்துக்காட்டாக வீட்ஸ்டன் பாலங்கள், மின் அழுத்தமானிகள், பூச்சிக்கூடுகள், தேனீக்கூடுகள், வில்லைக் கைப்பிடிகள், வில்லைத்தாங்கிகள், ப்யூரெட் தாங்கிகள், கண்ணுடிக் குழல்களைக் கொண்டு செய்யப்பெறும் பல்வேறு வளைவுக்குழல்கள் முதலியவற்றை அறிவியல் ஆசிரியரே செய்து கொள்ளலாம்.[1] தேவையிருந்தால் கைத்தொழில் ஆசிரியரின் துணையையும் அடையலாம்.

சொந்தமாகச் செய்த துணைக்கருவிகளைப் பயன்படுத்துவதால் பல நன்மைகள் உண்டு. முதலாவதாக, அவை மலிவாக உள்ளன. அதிக விலையுயர்ந்த கருவிகளைப் பயன்படுத்துவதற்குப் பதிலாக இவற்றைப் பயன்படுத்துவதால் அறிவியலை வாழ்க்கை யுடனும் நம்மைச் சுற்றியுள்ள பொருள்களுடனும் பொருத்திக் கற்றல் தெளிவாக நடைபெறுகின்றது. மாணக்கர்களிடம் ஈடுபாட்டுக்கலை வளர வழி ஏற்படுகின்றது. அறிவியல் கைத்தொழிலுடன் இணைகின்றது. தாமாகச் செய்யும் பொருள்களினல் மாணக்கர்களிடம் தெளிவான அறிவு ஏற்பட வழியுண்டு. கற்பனை, நுணுக்கமான யுக்தி, கைத்திறன் போன்ற அன்ருட வாழ்க்கைக்குத் தேவையான ஆற்றல்கள் மாணக்கர் களிடம் வளர்கின்றன. இத்தகைய குறைபாடுள்ள கருவிகளைக் கொண்டுதானே அறிவியல் அறிஞர்கள் மிகச் சங்கடத்துடன் பல்வேறு மெய்ம்மைகளைக் கண்டறிந்திருத்தல் வேண்டும் என்பதை ஓரளவு

1. விளக்கத்திற்கு Gordon ..UDD என்பாரால் எழுதப்பெற்ற Hand book for Science Teachers in Secondary Modern Schools என்ற நூலைப் பார்க்க. பக். 88–96

அநுபவத்தால் அறிந்துகொள்ள முடிகின்றது ; இதனுல் அறிவியல் பாடத்தில் புதியதோர் உற்சாகமும் ஆர்வமும் ஏற்படலாம். எடுத்ததற்கெல்லாம் இத்தகைய கருவிகளையே கையாள வேண்டும் என்ற தவருன உற்சாகத்தால் அறிவியல் பாடத்தால் பெற வேண்டிய வேறு திறன்களை இழக்காமல் பார்த்துக்கொள்ளுதல் வேண்டும்.

உற்று நோக்கல், சோதனைகள் செய்தல் இவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டு அறிவியல் பயிற்றுதலை மேற்கொள்ளும்பொழுது சில துணைக்கருவிகள் திரும்பத் திரும்பப் பயன்படுத்தப்பெறுகின்றன. அடுப்புகள், முக்காலிகள், குடுவைகள், நீர்ப்பொருட்காட்சி நிலையங்கள், அமுக்குவலைகள் முதலியவை அடிக்கடி பயன்படும் தளவாடப் பொருள்களாகும். இவற்றை அமைக்கும் முறைகள் பற்றிய குறிப்புகளை உரிய நூல்களில் கண்டுகொள்க[1].

பொருள்களை வாங்குவதில் கவனிக்க வேண்டிய குறிப்புகள் : (1) மேலே குறிப்பிடப்பெற்ற கூறுகளை நன்கு சிந்தித்துத் தேவையான பொருள்களுக்கு ஒரு பட்டியல் தயாரித்துக் கொள்ள வேண்டும். நடைமுறையில் உடைந்து போகக்கூடிய சோதனைக் குழாய்கள், மூக்குக் குவளைகள், குடுவைகள் முதலியவற்றில் தேவைக்குமேல் கொஞ்சம் அதிக உருப்படிகள் வாங்கி வைத்தல் நலம்.

(2) அறிவியல் கருவிகளின் விலைப்பட்டியில் காணும் கவர்ச்சிகரமான விளம்பரக் குறிப்புகளைக் கண்டு மயங்கி, தேவையற்ற துணைக் கருவிகளையெல்லாம் வாங்குதல் கூடாது. தேவையானவற்றை மட்டிலும்தான் முதலில் வாங்குதல் வேண்டும்.

(3) தேவையான பொருள்களைக் குறிப்பிடும் பட்டியலில் பொருள்களின் முழுவிவரங்களையும் தருதல் வேண்டும். எடுத்துக் காட்டாக மூக்குக் குவளைகள், குடுவைகள், வாலைகள், சிறுக் கிண்ணங்கள் முதலியவற்றின் கொள்ளளவுகள் முதலியவை ; தொட்டிகள், வாயுசாடிகள், சோதனைக் குழாய்கள் முதலியவற்றின் உயரம், குறுக்களவு முதலியவை ; கம்பிகளின் கனம் - நிருவாணமானவையா, காப்பிட்டவையா, பருத்தி நூல் போர்த்தினவையா, பட்டு நூல் போர்த்தினவையா என்பன போன்ற விவரங்கள் ; கண்ணுடிச் சாமானு பித்தளைச் சாமானு அல்லது இரும்புச் சாமானு என்ற விவரம் ; வேதியியல் பொருள்களாக இருந்தால் வணிகப் பொருள்களா ? அல்லது தூய்மையானவையா என்ற குறிப்புகள். முழுவிவரங்களும் தரப்பெருவிட்டால் தேவையில்லாத சாமான்கள் வந்துவிடுதல் கூடும்.

---

1. யுனெஸ்கோ : அறிவியல் பயிற்றும் மூலமுதல் நூல் பக். (22—36), இந்த நூல் முழுவதும் ஆங்காங்கு தரப்பெற்றுள்ள நடைமுறைக் குறிப்புகள் அறிவியல் ஆசிரியர்கட்குப் பெரிதும் பயன்படக்கூடியவை.

(4) நன்கு பெயர் வாங்கிய நம்பிக்கையான நிறுவனத்தில் வாங்க வேண்டும். பெரும்பாலும் அறிவியல் ஆசிரியரே செலவைப் பொருட்படுத்தாமல் நேரில் நிறுவனத்திற்குச் சென்று பொருள்களைத் தேர்ந்தெடுத்து நேரிலேயே கட்டியனுப்பச் செய்தால் பொருத்தமற்ற அல்லது நயமற்ற பொருள்களைத் திருப்பியனுப்பும் சங்கடங்கள் நேரிடா.

(5) சில பொருள்களை அதிக அளவில் வாங்கினால் விலை குறைவாகக் கிடைக்கும். மூக்குக் குவளைகள், புடக்குகைகள், சோதனைக்குழாய்கள் முதலியவற்றைப் பன்னிரண்டு கொண்ட அளவுக் கணக்காகவும், 144 உருப்படிகள் கொண்ட கணக்காகவும் வாங்க வேண்டும். இரப்பர் குழல்கள் 100 அடி, கண்ணாடிக் குழல்கள் 10 பவுண்டு, மின்சாரக் கம்பிகள் 1 பவுண்டு என்ற முறையில் வாங்குதல் நலம். சிலவகைக் கண்ணாடிப் பொருள்கள் வைத்திருந்தால் கெட்டுவிடும் ; அவற்றைக் கவனித்து வாங்குதல் வேண்டும்.

(6) குடுவைகள் வாங்கும்பொழுது அவற்றிற்கேற்ற இரப்பர் அடைப்பான்களையும், தக்கை அடைப்பான்களையும் அளவு பார்த்து வாங்கிவிட வேண்டும். அதுபோலவே, ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுகளுள்ள சமதள ஆடிகள், கோள ஆடிகள், குழி-குவி-வில்லைகள் முதலியவற்றையும் அளவு பார்த்து வாங்குதல்வேண்டும். சில சமயம் பீங்கான் படகுகள் கெட்டிக்கண்ணாடிக் குழல்களுக்குப் பொருந்துவதில்லை. இம்மாதிரியாக நேரிடாது பார்த்துக் கொள்ளுதல்வேண்டும்.

பொருள்களை அடுக்கி வைத்தல் : நிறுவனத்திலிருந்து பொருள்கள் வந்ததும் கட்டுகளை அவிழ்த்து விலைப் பட்டியலை வைத்துத் தணிக்கை செய்து, அலமாரிகளில் ஒழுங்காக அடுக்கி வைத்தல்வேண்டும். கண்ணாடிக் கதவுகளைக் கொண்ட அலமாரிகளாக இருந்தால் பார்வையாக இருக்கும். அலமாரியின் உச்சி சரிவாக இருந்தால் குப்பைகள், தூசுகள் அடையா. தள்ளு கதவுகளைக் கொண்ட அலமாரிகள் வசதியாக இரா.

அலமாரிகளின் உள் கனம் (ஆழம்) அதிகமாக இருந்தால் நன்மை பயக்கும் ; இரண்டு அடி இருத்தல் நன்று. அப்படியிருந்தால் ஒரேவித பொருள்களை ஒரே தட்டில் வரிசையாக வைக்க முடியும். அன்றியும், 'காந்தம்', 'மின்சாரம்' முதலிய அறிவியல் பகுதிகளுக்கேற்றவாறும் சோதனைக் கருவிகளை ஓர் ஒழுங்கில் அமைக்கலாம்.

பொருள்களை ஒழுங்காக அமைப்பதில் இரண்டு முறைகளைக் கையாளலாம். ஒன்று, அகர வரிசை ; மற்றொன்று, பாடப்பகுதி முறை. முதல் முறைப்படி அமைத்தலில் உலோகத்தாலான பொருள்களும் கண்ணாடியாலான பொருள்களும் ஒரே இடத்தில் அமையும்படி நேரிடும். இதனால் பொருள்கள் உடைதல் கூடும். இரண்டாம் முறைப்படி அமைப்பதில் ஒரே பொருள் இரண்டு பகுதிகளில் வருதல் கூடும் ; எங்கு வைப்பது என்ற சங்கடம் நேரிடும்.

பள்ளியில் கிடைக்கும் இடவசதிகளுக்கேற்ப நடைமுறையையொட்டி எளிதாக எடுக்கவும் வைக்கவும் வசதியாகவுள்ள முறையைக் கையாண்டு பொருள்களை அடுக்கி வைப்பதுதான் சிறந்தது.

அநுபவத்தில் அடியிற் குறிப்பிடப்பெறும் முறை சிறந்ததெனக் கண்டறியப் பெற்றுள்ளது : மாணக்கர்களின் சோதனைகளுக்குத் தேவையான பொருள்களையும் துணைக்கருவிகளையும் நான்கு அல்லது ஐந்து அலமாரிகளில் அகரவரிசைப்படி அடுக்கி வைத்தல்வேண்டும். ஒவ்வொரு தட்டிலுமுள்ள பொருள்களின் முதல் எழுத்துகளை அலமாரியின் தட்டுகளில் அமைக்கவேண்டும். ஒவ்வோர் அலமாரியின் வெளியிலும் அதிலுள்ள பொருள்களின் எண்ணும் பெயரும் உள்ள அட்டவணையை அமைத்தல் வேண்டும். இந்த அட்டவணைப்படி குறையும் பொருள்களைத் திரும்பவும் வாங்கி வைத்தல்வேண்டும். ஆசிரியர் செய்து காட்டற்கு வேண்டிய மீதமுள்ள பொருள்களைப் பாடப் பகுதிகளுக்கேற்றவாறு வேறு அலமாரிகளில் அடுக்கிவைத்தல் வேண்டும்.

வேதியியல் பொருள்களைத் தனியாக வேறு திறந்த அலமாரிகளில் வைக்கவேண்டும். அவற்றை வைப்பதற்கு இரண்டு தனித் தனி திறந்த அலமாரிகள் வேண்டும். ஒன்றில் கண்ணுடி மூடியுள்ள 8 அவுன்சு போத்தல்களில் கந்தக அமிலம், நைட்டிரிக அமிலம், ஹைடிரோ-குளோரிக அமிலம், அம்மோனியா கரைசல், தெளிந்த சுண்ணும்பு நீர், வெள்ளி நைட்டிரேட்டு கரைசல் (நீல நிற அல்லது பழுப்புநிறப் போத்தலில்), பேரியம் நைட்டிரேட்டு அல்லது பேரியம் சல்ஃபேட்டுக் கரைசல், அயச சல்ஃபேட் கரைசல், இலிட்மஸ் கரைசல் முதலியவற்றை வைக்கவேண்டும். மற்றென்றில் பொட்டாசியம் குளோரேட்டு, நைட்டிரேட்டு உப்புகள், சாதா உப்பு, மாங்கனீஸ் - டை-ஆக்ஸைடு, துத்தநாக, இரும்பு, தாமிர அரத் தூள்கள் முதலியவற்றைத் தனித் தனிப் போத்தல்களில் வைக்கலாம். ஃபாஸ்வரம் சோடியம் முதலிய விபத்துகளை விளைவிக்கும் பொருள்களையும் பாதரசம் போன்ற விலையுயர்ந்த பொருள்களையும் தனியாகப் பூட்டி வைக்கக்கூடிய அலமாரியில் வைக்கவேண்டும். எல்லாப் போத்தல்களிலும் தெளிவாகப் பெயரெழுதிய சிட்டுகளை ஒட்டி எழுத்துகள் மறையாவண்ணம் பாரஃபின் மெழுகைப் பூசுதல் வேண்டும்.

பொருள்களின் பாதுகாப்பு : அலமாரிகளிலும் பிற இடங்களிலும் வைக்கப்பெறும் துணைக்கருவிகளையும் பிறவற்றையும் அடிக்கடி தணிக்கை செய்து, தூசடித்துத் துடைத்து வைத்தல்வேண்டும் வேண்டும்பொழுது மெருகேற்றவும் செய்யவேண்டும். அடியிற் குறிப்பிடப்பெறும் குறிப்புகள் இத்துறையில் உதவியாக இருக்கும் :

(1) பித்தளைப் பொருள்களை 'பிராஸோ'வைக் கொண்டு துலங்கச் செய்யவேண்டும். விரலில் சல்லாத் துணியைச் சுற்றிக்கொண்டு

'பிராஸோ'வை எடுத்து பொருள்களின் மீது ஒரே மாதிரியாகத் தடவி, உலர்ந்த பிறகு மோட்டாத் துணியால் நன்கு துடைத்துவிட்டால் பொருள்கள் 'பளீச்'சென்று தூய்மையாகும்.

(2) இரும்புப் பொருள்களை மெருகேற்றுவதற்கு 'ஜப்பான் கருப்பை'ப் பயன்படுத்தலாம். சிறிது மண்ணெண்ணெயைப் பூசிப் பொருள்களின் மீதுள்ள துருவை அகற்றுதல்வேண்டும். கற்பொடித் தாளைக்கொண்டு தேய்த்தும் துருவைப் போக்கலாம். பிறகு அவற்றை நன்கு துடைத்துவிட்டுச் சிறிதளவு கற்பூரத் தைலத்தில் கரைத்த 'ஜப்பான் கருப்பை'த் தடவி உலரவைத்தல் வேண்டும். இரும்புப் பொருள்களிலுள்ள திருகாணிகளும் கீல்களும் துருப் பிடிக்காதிருக்கும் பொருட்டு மழைக்காலங்களில் வாசிலினைத் தடவி வைக்கவேண்டும். அடிக்கடி எண்ணெய்த் துணியால் இரும்புப் பொருள்களைத் துடைத்தால் துரு ஏருமல் பாதுகாக்கலாம்.

(3) நனைந்த கடற்பஞ்சைச் சோப்பின்மீது தேய்த்து அதைக் கொண்டு கண்ணுடி அலமாரிக் கதவுகளைத் துடைத்துப் பிறகு துணியால் துடைத்தால் கண்ணுடி தூய்மையாகும். பமீஸ் கல்லை நீரில் அல்லது மெதிலேறு ஸ்பிரிட்டில் துவைத்துக்கொண்டு கண்ணுடிக் கதவைத் துடைத்தால் எல்லாவித அழுக்குகளும் நீங்கும். ப்யூரெட்டுகள், குடுவைகள் முதலியவற்றைப் பொட்டாசியம் டை-குரோமேட்டுக் கரைசலும் சிறிதளவு நீர்த்த கந்தக அமிலமும் கலந்த கலவையைக்கொண்டு தூய்மைப்படுத்த வேண்டும்; ஈரம் உலர்ந்த பிறகு அவற்றின் இருப்பிடத்தில் வைக்கவேண்டும். விரைவில் உலர வேண்டுமாளுல் காற்றுலையில் வைத்து உலர்த்தலாம்.

(4) மெதிலேறு ஸ்பிரிட்டில் ஷெல்லாக்கை வெயில் வெப்பத்தைக் கொண்டு கரைத்து அதை மரப் பொருள்களின் மீது பூசி மெருகேற்றலாம். இரண்டு தடவை பஞ்சைக்கொண்டு பூசினுல் நன்ருக மெருகேறிவிடும்.

(5) சோதனைச் சாலையிலுள்ள மேசைகளின் மேற்பக்கம் மெருகேற்றப்பட்டிருக்காது. அமிலங்களால் அரிக்கப்படாதிருக்க மெழுகுப் பூச்சுப் பூசவேண்டும். பாரஃபின் மெழுகை இதற்குப் பயன் படுத்தலாம். ஒரு பெரிய சிறுப்பாத்திரத்தில் மெழுகை உருக்குதல் வேண்டும். உருகிய திரவத்தை ஒரு தூரிகையைக்கொண்டு மேசையின் மேற்பக்கத்தில் ஒரே மாதிரியாகப் பூசவேண்டும். சூடான 'இஸ்திரிப் பெட்டி'யைக் கொண்டு மேசையைத் தேய்த்தால் மெழுகு ஒரே மாதிரியாகப் பரவும். உலர்ந்த பிறகு அதிகமாகவுள்ள மெழுகை மழுங்கிய கத்தியால் சுரண்டிவிட்டு முரட்டுத் துணியால் துடைத்து விடுதல்வேண்டும்.

(6) சோதனைச் சாலையிலுள்ள கழிநீர்த் தொட்டியை கறை படியாமல் மிகவும் தூய்மையாக வைத்துக்கொள்ள வேண்டும். சாயக்கறை

படியாமல் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். சூடான சோப்புக் கரைசலையும் தேய்க்கும் தூரிகையையும்கொண்டு கறையை அகற்ற முடியாவிடில் கந்தக டை - ஆக்ஸைடு கரைசல் அல்லது ஹைடிரஜன் பர்-ஆக்ஸைடு கரைசல் போன்ற குறைப்பான்களைக்கொண்டு அகற்றலாம்.

(7) புடக் குகைகளைக் கழுவுதல் சிரமமான செயல். சூடான சோப்புக் கரைசலைக்கொண்டு அவற்றில் ஒட்டியுள்ள பொருள்களை அகற்ற இயலாவிடில், அப்பொருள்களை அதிகச் சூடான சுவாலையில் எரிக்கவேண்டும். அதன் பிறகு டெக்னிகல் ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம், எரி சோடா கரைசல் போன்ற அரிக்கும் திரவங்களைக்கொண்டு தூய்மை செய்யலாம். முதலில் குளிர்ந்த திரவத்தையும் பிறகு சூடான திரவத்தையும் பயன்படுத்தவேண்டும். இதே திரவங்களைக் கொண்டு குடுவைகளிலும் மூக்குக் குவளைகளிலும் ஒட்டிக்கொண்டுள்ள வண்டல்களை அகற்றலாம்.

(8) ப்யூரெட் போன்ற அளவை காணும் கருவிகளிலுள்ள அடைப்பான்களையும் குழல் அடைப்பான்களையும் அக் கருவிகளை விட்டகலாது இருக்குமாறு மெல்லிய தாமிரக் கம்பியினுல் கட்டி விடுதல் நன்று : அவை காணுமற் போய்விட்டால் வேறு அடைப்பான்களைக்கொண்டு அவற்றைச் சரிக்கட்ட முடியாது ; அவை அக் கருவிகளில் பொருந்தா.

(9) சோதனைகள் முடிந்த பிறகு சோதனைக் குழாய்கள், மூக்குக் குவளைகள், குடுவைகள் போன்றவற்றை உடனே தூய்மை செய்தல் வேண்டும். உடனே தூய்மை செய்ய இயலாவிட்டால் அவற்றைத் தூய்மை செய்யவேண்டிய இடத்தில் வைத்தல்வேண்டும்.

பதிவு ஏடுகள் : ஆய்வகத்தில் உள்ள துணைக்கருவிகள், வேதியியற் பொருள்கள், பிற சாதனங்கள் முதலியவற்றைப் பொறுப்புடன் பாதுகாத்தல் அறிவியல் ஆசிரியரின் முக்கிய கடமைகளுள் ஒன்று. அவற்றை வாங்கியவுடன் பதிவு ஏடுகளில் தெளிவாகப் பதிந்துவிட வேண்டும். வாங்கிய தேதிப்படி எழுதியும் ஆண்டிற்கொரு முறை அவற்றைப் பதிவு ஏடுகளுடன் ஒத்துப்பார்த்தும் தலைமையாசிரியரிடம் அவ்வேடுகளில் கையெழுத்து வாங்கிவிடல் வேண்டும். ஒவ்வோர் ஆண்டிலும் செலவான அல்லது உடைந்தபொருள்கள் முதலியவற்றைக் குறிக்கும் பட்டியல் ஒன்றை ஆயத்தம் செய்து அவற்றின் பெயர்களைப் பதிவு ஏடுகளிலிருந்து நீக்கும் இசைவைத் தக்காரிடமிருந்து பெற வேண்டியது ஆசிரியரது கடமை. மீதியிருக்கும் பொருள்களை அளவிட்டு அறுதியிட்டுக்கொள்ள வேண்டும்.

நாள்தோறும் செலவாகும் பொருள்களையும் உடைந்துபோகும் ஒரு சிலவற்றையும் ஒரு தனிப் பதிவு ஏட்டில் எழுதி வரவேண்டும். அதில் பதிந்துள்ள பொருள்களும் மொத்த இருப்பில் குறையும் பொருள்களும் சரியாக இருத்தல்வேண்டும்.

ஒரு பள்ளியின் அறிவியல் துறையில் மூன்று பதிவு ஏடுகள் இருத்தல் வேண்டும். ஒன்று நிரந்தரமான இருப்பைக் காட்டுவது. இதில் நிறுவனத்திலிருந்து பொருள்கள் வந்தவுடன் அவற்றின் விவரம், அளவு, விலை, பட்டியல் எண், தேதி நிறுவனத்தின் பெயர், முதலிய விவரங்கள் இருக்குமாறு பதிய வேண்டும். இதில் நிரந்தரமாக இருக்கக்கூடிய பொருள்களைமட்டிலும் (எ-டு. காற்றுப் பம்பு, வாலை தாங்கி, முக்காலி முதலியவை) பொறி நுட்பவியல் ஹைட்ரோஸ்டாடிக்ஸ், வெப்பம், ஒளி, காந்தம், மின் இயல், வேதியியல் என்று பகுதிகளாகப் பிரித்துக்கொண்டு எழுதவேண்டும். இப்பகுதிகளிலுள்ள பொருள்கள் அகர வரிசையில் எழுதப்பெற்ருல், உடனே பார்த்தெடுப்பதற்கு எளிதாக இருக்கும்.

இரண்டாம் பதிவேட்டில் உடையக்கூடிய சாமான்களை இனம் வாரியாகப் பிரித்து அகர வரிசையில் எழுதிவைத்தல் வேண்டும். ஒவ்வோர் இனத்திற்கும் எதிர் எதிராக இரண்டு பக்கங்களை ஒதுக்கி விட்டால் அவை கிட்டத்தட்ட ஐந்தாண்டுகளுக்காகிலும் வரும்; அதன்பிறகு அந்த இனத்தை வேறு பக்கங்களில் பெயர்த்து எழுதிக் கொள்ளலாம்.

வேதியியற் பொருள்கள் போன்ற அடிக்கடி செலவழியும் பொருள்களுக்காகவுள்ள மூன்றும் பதிவேட்டில் ஒவ்வொரு பொருளையும் தனித்தனிப் பக்கத்தில் எழுதவேண்டும். இந்த அமைப்பும் அகர வரிசைப்படிதான் இருத்தல் வேண்டும். ஒரு பக்கம் முடிந்ததும் புதிய பக்கத்தில் தொடங்கி எழுதலாம்.

குறைந்த விலையுள்ள பொருள்களாக இருந்தாலும் அவற்றையும் இருப்புப் பதிவு ஏட்டில் எழுதவேண்டியது ஆசிரியரின் முதற் கடமை. இதில் ஆசிரியர் விழிப்புடனிருத்தல் வேண்டும்.

ஆய்வகத் தணிக்கை : பள்ளித் தணிக்கை நடைபெறுங்கால் ஆய்வகத் தணிக்கையும் நடைபெறக் கூடும். தணிக்கையை மேற்கொள்ளும் கல்வித் துறை அலுவலர் இரண்டு கூறுகளை நினைவில் வைத்துக்கொள்ள வேண்டும்.

ஒன்று : தணிக்கை ஆலோசனை கூறும் முறையில் அமைய வேண்டும் ; குறை கூறுதல் ஒன்றே தணிக்கையாளரின் நோக்கமாக இருத்தல் கூடாது. கூறும் திறனாய்வும் ஆக்கத் துறையில் செல்ல வேண்டும். தணிக்கையாளர் ஆசிரியரின் நம்பிக்கைக்குப் பாத்திர மானவரால்தான் ஆசிரியருடைய வேலைத்திறத்தினை அளந்து காணல் முடியும். தணிக்கையாளர் துணைவர்போல் அமைந்தால்தான் இந்நம்பிக்கை உண்டாகும்.

இரண்டு : ஆசிரியர் மேற்கொள்ளும் முறைகளிலுள்ள தனி வீறுக்கு மதிப்பு தருதல் வேண்டும். அவர் மேற்கொள்ளும்

முறையால் முற்றும் பயனில்லை என்று அறியும்வரை புதிய முறையை மேற்கொள்ள வேண்டும் என்று வற்புறுத்துதல் ஆகாது. ஆசிரியரும் தணிக்கையாளரும் நடைமுறையிலுள்ள முறையை ஆராயலாம். தணிக்கையாளர் புதிய முறையை மேற்கொள்ளும்படி சுட்டிக் காட்டலாமேயன்றி அதை வற்புறுத்துதல் கூடாது.

தணிக்கை நடைபெறும்பொழுது தணிக்கையாளர் கீழ்க் கண்டவற்றை அவசியம் கவனித்தல் வேண்டும் :

பொது அமைப்பு : வகுப்பு மாணுக்கர்களுக்குக் கொடுக்கப் பெற்றுள்ள எண் முறை ; கொள்கைப் படிப்புக்கும் செயல்முறைப் படிப்புக்கும் செய்யப்பெற்றுள்ள ஏற்பாடுகள் ; ஆசிரியர் கற்பிக்கும் நேரம், அவர் பெறும் ஓய்வு, இட வசதி, பாடவேளைப் பட்டி முதலியவை.

பாடத்திட்ட அமைப்பு : பள்ளிகளில் பருவ, மாத, வார பாடத் திட்டங்கள் அமைக்கப்பெற்றுள்ளனவா என்று பார்த்து, அவை எவ்வாறு நடைமுறையில் கையாளப்பெறுகின்றன என்பதைக் கவனித்தல்.

ஆசிரியரின் நாட்குறிப்பு : கொள்கைப் படிப்பிலும் செயல்முறைப் படிப்பிலும் ஆசிரியரின் நாட் குறிப்புப் பதிவுகளைக் கவனித்தல் ; மாணுக்கர்களுக்குக் கொடுக்கப்பெற்ற வீட்டுவேலை, கற்பிக்குங்கால் அல்லது தேர்வுகளினுல் ஆசிரியர் கண்டறிந்த முடிவுகள் முதலியவை.

பாட நூல்கள் : பாட நூல்களாக இருப்பவற்றின் தகுதி, அவை பயன்படுத்தப்பெறும் முறை ஆகியவை.

துணைக்கருவிகள் : பள்ளிகளில் இருக்கும் துணைக் கருவிகள் போதுமா என்று காணல் ; அவை எவ்வாறு அமைக்கப்பெற்றுக் காக்கப்பெறுகின்றன என்பதைக் கவனித்தல்.

பொருத்திக் கற்பித்தல் : அறிவியல் பிற பாடங்களுடன் தொடர்பு காட்டிக் கற்பிக்கப்பெறுகின்றனவா என்று கவனித்தல்.

மாணுக்கரின் எழுத்து வேலை : மாணுக்கர்களின் அறிவியல்பற்றிய எழுத்து வேலைகள் ; அவற்றின் தகுதியும் அளவும்; அவற்றை ஆசிரியர் திருத்தும் முறை முதலிய கூறுகள்.

இருப்புப் பதிவேடுகள் : அறிவியல் பொருள்களுக்குரிய பதிவு ஏடுகள் சரியான முறையில் வைக்கப்பெற்றுள்ளனவா என்று கவனித்தல்; பதிந்துள்ளவை அன்று வரையிலுமிருக்கின்றனவா என்று காணல். அரசினர் மானியத் தொகைக்கு வாங்கப்பெற்றுள்ளவை தனிப் பதிவேட்டில் பதியப்பெற்றிருத்தல் வேண்டும் என்பதை வற்புறுத்துதல் வேண்டும்.

பொதுத் தேர்ச்சி : மேற் படிவங்களிலும் கீழ்ப்படிவங்களிலும் தேர்ச்சியின் நிலையைக் காணல் ; மேல் வகுப்புகளிலும் கீழ் வகுப்பு களிலும் பணியாற்றும்அறிவியல் ஆசிரியர் எவ்வாறு தாம் கற்பிக்காத வகுப்புவேலைகளில் சிரத்தை காட்டுகின்றனர் என்பதை அறிதல்.

10. ஆய்வகம் : பாதுகாப்பும் முதலுதவியும்

ஆய்வகத்தின் கண்காணிப்பு பள்ளி அறிவியல் ஆசிரியரின் பொறுப்பிலிருக்கும் என்பதை முன்னர்க் கண்டோம். ஆய்வகத்தில் உள்ள பொருள்களை அமைத்துப் பாதுகாக்கும் முறைகளையும் அறிந்தோம். ஆய்வகத்தில் பல்வேறு சிறு விபத்துகள் எதிர்பாராத வகையில் நேரிடக்கூடும். அவற்றை அறிவியல் ஆசிரியர்கள் நன்கு சிந்திக்க வேண்டும்; சிந்தித்து முன்னேற்பாடுகள் செய்தால், தவிர்க்கக் கூடியவற்றைத் தவிர்க்கலாம். முற்றும் தவிர்க்க முடியாவிடினும், நேரிடும் விபத்துகளைக் குறைக்கலாம். எனவே, ஆய்வகக் கண்காணிப்பில் சில பாதுகாப்பு முறைகளை மேற்கொள்ளல் வேண்டும். அவற்றை ஈண்டுக் கவனிப்போம்.

பாதுகாப்பு முறைகள்

முன்னேற்பாடுகள் : *(1)* ஒவ்வொரு சோதனைச் சாலையிலும் அடியிற் குறிப்பிட்டுள்ள பொருள்களை எளிதில் எடுக்கக்கூடிய இடத்தில் வைத்தல் வேண்டும் ; ஆண்டின் ஒவ்வொரு பகுதியின் தொடக்கத்தில் அவை சரியாக இருக்கின்றனவா என்று சோதித்தல் இன்றியமையாதது.

(அ) ஆடைகள் தீப்பற்றிக் கொள்ளும்பொழுது அணைப்பதற்காக ஒரு கம்பளம் அல்லது சமுக்காளம்;

(ஆ) குறைந்த அளவாவது ஒரு வாளி நிறைய மணல்;

(இ) ஒரு வேதியியல் நெருப்பு அணைப்பான் ;

(ஈ) ஒரு முதலுதவிப் பெட்டி; முதலுதவிகளைச் செய்யும் முறைகள்பற்றிய குறிப்புக் கையேடு ; எல்லா அறிவியல் ஆசிரியர்களும் முதலுதவி தரும் முறைகளை நன்கு அறிந்திருத்தல் மிகவும் இன்றியமையாதது ;

(உ) வெடித்தல் நேரிடக்கூடிய சோதனைகள் செய்யப்பெறுங்கால் உறுதியான பலகைக் கண்ணாடி;

(ஊ) எளிதில் எரியும் பொருள்களைக் கொண்ட சோதனைகளில் மேசையின்மீது வைப்பதற்கு ஓர் அஸ்பெஸ்டாஸ் அட்டை ;

(2) மாணுக்கர்கள் சோதனைச் சாலையினுள்ளிருக்கும்பொழுது வாயிற் கதவுகளை அடைக்கக் கூடாது; சோதனைச் சாலையில் வேலை யில்லாதபொழுது கதவுகளை அடைத்துப் பூட்டிவிடுதல் வேண்டும்.

(3) அறிவியல் ஆசிரியரின் நேரடியான கண்காணிப்பின்றி மாணுக்கர்கள் சோதனைச்சாலையில் நுழைதல் கூடாது.

(4) அடியிற் குறிப்பிட்டுள்ள பொருள்களைப்பற்றித் தகுந்த அளவு எச்சரிக்கை வேண்டும்:

(அ) அடர் அமிலங்கள், எரி காரங்கள், எளிதில் எரியும் திரவங்கள் உள்ள போத்தல்கள் மாணுக்கர் அடிக்கடி நடமாடாது தயாரிக்கும் அறை அல்லது சேம அறையில் வைக்கப் பெறுதல் வேண்டும்;

(ஆ) நஞ்சு என்று கருதப்பெறும் பொருள்கள் யாவற்றையும் பூட்டிய அலமாரியினுள் வைத்துச் சாவியை ஆசிரியர் பாது காப்பாக வைத்துக்கொள்ளல் வேண்டும்;

வெடித்தல்: விபத்துகள் நேரிடும் சோதனைகள் எவை என்பது பற்றிக் கருத்து வேறுபாடுகள் இருந்து வருகின்றன. மிகத் திறனுடனும் பாதுகாப்பு விதிகளைப் பின்பற்றியும் சோதனைகள் செய்யப்பெற்றால் யாதொரு விபத்தும் நேரிடாது. என்றாலும், எல்லா ஆசிரியர்களும் ஹைடிரஜன்பற்றிய சோதனைகளைச் செய்யும் பொழுது மிகவும் எச்சரிக்கையாக இருக்கத்தான் வேண்டும். கூர் நுனிக்குழாயின்வழி வரும் ஹைடிரஜனை எரித்துக் காட்டும் சோதனையில் தூய்மையான தனி ஹைடிரஜனாக இராவிட்டால் என்ன நேரிடும் என்பதை மாணுக்கர்கள் உணரச்செய்தல் வேண்டும். இம்மாதிரியே நிலக்கரி வாயு, சோடியம், மஞ்சள் ஃபாஸ்வரம், அடர் அமிலங்கள், ஈதர், கார்பன்-டை-சல்பைடு, அம்மோனியம் நைட்டிரேட்டு, குளோரேட்டுகள் போன்ற பொருள்களைக் கையாளும் சோதனைகளிலும், வெடி மருந்துகளை அரைக்கும் சோதனைகளிலும், அவற்றைச் சூடாக்கும் சோதனைகளிலும் ஆசிரியர்கள் தக்க முன்னெச்சரிக்கையுடன் இருத்தல் வேண்டும்.

பட்டறிவு இல்லாத அல்லது குறைந்த பட்டறிவுள்ள ஆசிரியர் களின்பொருட்டு சாதாரணமாக விபத்துகள் நேரிடக்கூடிய ஒரு சில சோதனைகள் ஈண்டுக் குறிப்பிடப்பெறுகின்றன. அவற்றினைச் செய்ய நேரிடுங்கால் அவர்கள் விழிப்புடனும் பாதுகாப்புடனும் முன்னெச் சரிக்கையுடனும் இருத்தல் வேண்டும். அவை வருமாறு:

(1) கீழ்க்கண்டவை செய்ய நேரிடுங்கால் காற்றும் ஹைடிரஜனும் சேர்ந்த வெடிக்கும் கலவைகள் உண்டாகக் கூடும்:

(அ) சோடியத்தை இரும்பு வலையில் சுற்றி நீரில் வைக்கும் பொழுது;

(ஆ) மூடியுடன் கூடிய சோடியம் வைத்திருந்த காலிப்போத்தலை கழிநீர்த் தொட்டியில் வைத்துக் கழுவும்பொழுது ;

(இ) ஹைடிரஜனையும் தாமிர ஆக்ஸைடையும் கொண்டு நீர்த் தொகுப்புச் சோதனை செய்யும்பொழுது ;

(ஈ) ஹைடிரஜன் தயாரிக்கும் அமைப்பின் அருகில் சுவாலையை இருக்க விடுதல்;

(உ) கிப்ஸ் ஆய்கருவியிலிருந்து காற்று முழுவதையும் வெளியேற்றுவிட்டால் ;

(2) வெடிக் கலவைகளையுடைய திடப்பொருள்களைக்கொண்ட பகுப்புச் சோதனைகள் செய்யப்பெறுங்கால் விபத்துகள் நேரிடலாம். எ-டு. அலுமினியப் பொடியும் செவ்வியமும் சேர்ந்த கலவை ; மெக்னீசியத் தூளும் பொட்டாசியம் டை-குரோமேட்டும் சேர்ந்த கலவை.

(3) சோதனைகள் முடிந்து மீதமுள்ள வேதியியற்பொருள்களைத் தவறாக போத்தல்களில் மாறிப் போடும்பொழுது விபத்துகள் நேரிடலாம். (எ-டு.) பொட்டாசியம் குளோரேட்டை பொட்டாசியம் நைட்டிரேட்டுள்ள போத்தலில் போடுதல். மீதமுள்ள வேதியியற் பொருள்களை மாணுக்கர்கள் எக்காரணத்தை முன்னிட்டும் போத்தல்களில் போடும் செயலையே தவிர்த்தல் நன்று.

(4) சில சமயம் பொட்டாசியம் குளோரேட்டையும் மங்கனீசடை - ஆக்ஸைடையும் சேர்த்துச் சூடாக்கும்பொழுது வெடித்தல் நேரிடக்கூடும். மங்கனீச டை - ஆக்ஸைடுடன் சில சமயம் நிலக்கரித் தூள் கலந்து போவதுண்டு ; சில சமயம் அன்டிமனி சல்ஃபைடும் கலக்கக் கூடும். எனவே, இச் சோதனையைச் செய்வதற்கு முன்னதாகச் சிறிதளவு கலவையைச் சூடாக்கிப் பார்த்துக்கொண்டு, பிறகு சோதனையில் இறங்குவது நன்று.

(5) குளோரினில் ஃபாஸ்வரத்தை எரித்து ஃபாஸ்வர-திரிகுளோரைடை உண்டாக்கும் சோதனையில் வெடித்தல் நிகழக்கூடும்.

(6) சோடியம் பர்-ஆக்ஸைடை நீரில் போட்டுச் செய்யப்பெறும் சோதனையில் வெடித்தல் நேரிடலாம் ; காரணம், அந்த வேதியியற பொருளின் தூய்மையின்மையே.

(7) பழைய முறையில் பொட்டாசிய உலோகத்தைப் பிரித்தெடுத்தலிலும் பெரிய வெடித்தல் நிகழக்கூடும்.

(8) பொட்டாசிய பர்-மாங்கனேட்டையும் அடர் கந்தக அமிலத்தையும் கொண்டு செய்யப்பெறும் சோதனையில் வெடித்தல் பெரிய அளவில் நிகழக்கூடும்.

(9) பொட்டாசியம் குளோரேட்டை ஃபாஸ்வரம் அல்லது கந்தகத்துடன் கலக்க நேரிடும்பொழுது வெடித்தல் ஏற்படும். எனவே, சோதனைச்சாலையில் சிறிய அளவில் வெடிமருந்து தயாரித்தலை நீக்குதல் நன்று.

(10) ஆக்ஸிஜன் சிலிண்டரின் மூடியில் கொழுப்பைத் தடவுவதால் வெடித்தல் நேரிட்டுள்ளது.

தீ: சோதனைகள் முடிந்த பிறகு ஃபாஸ்வர எச்சங்களையும் அணைக்காத கரித்துண்டுகளையும் மரத்தாலான குப்பைப் பெட்டிகளில் போடுவதனால் தீ விபத்துகள் நேரிடுகின்றன. எனவே, சோதனைச் சாலைகளில் மரக் குப்பைப் பெட்டிகளுக்குப் பதிலாக உலோகப் பெட்டிகளைக் கையாளுவது நன்று. அடிக்கடி மாணாக்கர்களிடம் இதைச் செய்', 'அதைச் செய்யாதே' என்று கூறுவதைவிட அறிவியல் பாடப்பகுதிகளாகிய 'எரிதல்', 'சுவாலைகள்', 'துருப்பிடித்தல்', 'சுவாசித்தல்', 'காற்று', 'ஆக்ஸிஜன்' முதலிய பாடங்கள் நடைபெறும் பொழுது தீயைப்பற்றிய செய்திகளை இணைத்துக் காட்டலாம். தீயை அணைக்க வேண்டுமானால் தீயின் அருகில் காற்று போவதைத் தடுக்க வேண்டும் என்பதை வற்புறுத்தல் வேண்டும். தீயணைப்பான், பளுவான வாயு அல்லது நுரையால் சமுக்காளம் போன்றதொரு திரைப் படலத்தை உண்டாக்குகின்றது என்பதை விளக்கலாம். தீப்பிடித்துக் கொண்டால், கீழ்க்கண்ட முறைகளை மேற்கொள்ள வேண்டும் என்பதை உணர்த்த வேண்டும்.

(1) தீப்பற்றிய மனிதனை ஒரு பெரிய கெட்டியான சமுக்காளத்தில் போர்த்தி அவனைத் தரையில் உருட்டுதல்வேண்டும். எக்காரணத்தை முன்னிட்டும் தீப்பற்றியவனை ஓடவிடுதல் கூடாது.

(2) சாதாரணமாக, தீ காகிதம் முதலியவற்றைப் பற்றிக் கொண்டால் நீரை விட்டே அணைத்து விடலாம்.

(3) ஒரு மூக்குக் குவளையிலுள்ள திரவத்தில் தீப்பற்றிக் கொண்டால் ஓர் அஸ்பெஸ்டாஸ் அட்டையைக்கொண்டு அப் பாத்திரத்தை மூடி, தீ பரவாது செய்துவிடலாம்.

(4) எண்ணெய், ஃபாஸ்வரம், சோடியம் முதலியவற்றால் நேரிடும் தீயை மண் அல்லது மணலைத் தூவி அணைத்தல்வேண்டும்.

(5) ஆய்வகத்தில் பயன்படும் எரிவாயு காரணமாகத் தீப்பற்றி அது மேலும் பரவும் நிலையிருந்தால் உடனே வாயு வரும் குழாயை அடைத்து விடுதல்வேண்டும்.

(6) மின்சாரம் காரணமாகத் தீப்பற்றினல் உடனே மின்சார விநியோகத்திற்குக் காரணமாகவுள்ள 'தலைமைச் சொடுக்கியை' அமர்த்தி மின் ஓட்டத்தைத் தடை செய்தல் வேண்டும். ஒவ்வொரு மாணுக்கனும் இச் சொடுக்கி அமைக்கப்பெற்றுள்ள இடத்தை அறிந்திருத்தல் இன்றியமையாதது.

(7) சிறு தீ பரவி வருங்கால் மாணுக்கர்களைத் தீ பரவாத தூரமான இடங்களுக்கு அனுப்பிவிடுதல் வேண்டும்.

(8) பெருந் தீ பரவுவதாகத் தெரிந்தால், வாயிற்கதவுகளையும் சாளரக் கதவுகளையும் மூடி, காற்று வருவதைத் தடுத்தல் வேண்டும்.

(9) மேற்குறிப்பிட்டவைகளை மேற்கொள்ள இயலாதபொழுது தீயணைப்பானை மேற்கொள்ளுதல்வேண்டும். தீயணைப்பானில் மூவகை உண்டு :

(அ) சோடா-அமிலம் உள்ள அணைப்பான் சாதாரணத் தீய்க்கு ஏற்றது ;

(ஆ) நுரை உள்ள அணைப்பான் எண்ணெய், சோடியம் முதலியவற்ருல் நேரிடும் தீய்க்கு ஏற்றது ;

(இ) கார்பன் டெட்ரா குளோரைடு அணைப்பான் மின்சாரத்தால் நேரிடும் தீய்க்குப் பொருத்தமானது. இதில் வெளிவரும் ஆவி நச்சுத் தன்மையுள்ளது. இதனைக் கொண்டு தீயணைத்த பிறகு சோதனைச்சாலையில் நல்ல காற்ருேட்டத்தை ஏற்படுத்துதல் வேண்டும்.

அமிலங்களும் காரங்களும் : அடர் அமிலங்களையும் எரிகாரங்களையும் சேமித்து வைத்திருக்கும் இடத்தில் மாணுக்கர்களை நடமாட விடுதல் ஆகாது. அவற்றைக் கொண்ட போத்தல்களைத் தரை மட்டத்தில் வைத்தல்வேண்டும். பயன்படுத்துவதற்கென எடுத்து வைக்கப்பெற்ற அடர் அமிலச் சிறு போத்தல்களை மேசை மட்டத்தில் வைத்தல்வேண்டும். அடர் அமிலமுள்ள போத்தல்களைக் கையாளும் பொழுது கழுத்தை மட்டிலும பிடித்துத் தூக்குதல் கூடாது. அடர் நைட்டிரிக அமிலம் தோலில் பட்டால் அதை உடனே நீரால் கழுவுதல் வேண்டும். சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு போன்ற திரவங்களைப் பிப்பெட்டுகளில் நிரப்பும்பொழுது விழிப்புடனிருத்தல் வேண்டும். தாமிர சல்ஃபேட்டு போன்ற சில கரைசல்கள் ஆடைகளையும் நூல்களையும் அரிக்கும் தன்மையுடையனவாதலால் அவற்றைப் பாதுகாப்புடன் கையாளுதல் வேண்டும்.

வெட்டுகள் : கண்ணுடியாலான துணைக்கருவிகளைக் கையாளும் மாணுக்கர்களை நன்கு எச்சரித்து அவற்றைக் கையாளும் முறைகளையும் உணர்த்துதல் வேண்டும். கண்ணுடி முனைகளை மழுக்குதல்,

தொளையிட்ட தக்கைகளில் கண்ணுடிக் குழல்களைச் செருகுதல் போன்ற செயல்களை விழிப்புடன் செய்தல்வேண்டும்.

நச்சுப் பொருள்கள் : நச்சுப் பொருள்களெனக் கருதப்பெறும் வேதியியற் பொருள்களனைத்தினையும் பூட்டப்பெற்ற அலமாரிகளில் அல்லது அறைகளில் வைத்தல் இன்றியமையாதது. அன்டிமனி, ஆர்சினிக் போன்றவற்றின் கூட்டுப் பொருள்கள், சல்ஃபேட்டைத் தவிர வேறு பேரியம் உப்புகள், ஹைடிரோசயனிக அமிலம், சயனைடுகள், காரீயக் கூட்டுப்பொருள்கள், பாதரச உப்புகள் போன்றவை நச்சுப் பொருள்களாம். இவற்றைத் தவிர வேறு பொருள்களும் உள. குளோரோஃபாரம், 0·88 அம்மோனியா கரைசல், அடர் அமிலங்கள், எரி காரங்கள், ஈதர், நைட்டிரோ பென்சீன் போன்றவைகளையும் இப்பகுதியில் அடக்கலாம்.

ஆசிரியரின் பொறுப்பு : நன்ருக அமைக்கப்பெற்ற சோதனைச் சாலையில் திறமையான மேற்பார்வை இருக்குமாளுல் தற்செயலாக நேரிடும் விபத்துகள் குறையும். வாழ்க்கையில் பிற துறைகளி லிருப்பது போலவே ஆய்வகத்திலும் விபத்துகளை முற்றிலும் நீக்க முடியாது ; ஆனல், அவற்றைக் குறைக்க முடியும். எனவே, விபத்து கள் நேரிடாது முன்னெச்சரிக்கையுடனிருப்பதும், எதிர்பாராது நேரிடும் விபத்துகளைச் சமாளிப்பதும் அறிவியல் ஆசிரியரின் பொறுப்பாகும். ஏதாவது ஒரு விபத்து நேரிட்டுவிட்டால் உடனே "ஆசிரியர் தக்க பாதுகாப்பு எடுத்தாரா ?" என்ற வினுதான் எழும். ஒவ்வோர் ஆசிரியரும் மாணக்கர்களின் உடல், உள நலன்களைக் கருத வேண்டியது மிகவும் இன்றியமையாததன்ரே ? தாம் கையாளும் பொருள்களை யொட்டி அறிவியல் ஆசிரியர்களிடம் இப்பொறுப்பு இன்னும் மிகுதியாக அமைகின்றது. சமூகமும் பிறதுறை ஆசிரியர்களும் இந்தப் பெரும் பொறுப்பை அறிவியல் ஆசிரியர்களிடம் எதிர்பார்த்து நிற்கின்றனர்.

அடியிற்காணும் விதிகளைச் சோதனைச்சாலையின் கண்காணிப் பிற்கும் நடைமுறைக்கும் ஏற்றனவாகக் கொள்ளலாம் :

ஆசிரியர்க்குரிய விதிகள் : *(1)* ஆசிரியர் இல்லாத சமயம் மாணக்கர்களைச் சோதனைச்சாலையில் நுழையவும் அங்கு இருக்கவும் அநுமதித்தல் கூடாது.

(2) தன் வகுப்பிலுள்ளவர்கள் யாவரும் தன் கண்காணிப்பில் நன்முறையில் அடங்கியுள்ளனரா என்பதை ஒவ்வோர் அறிவியல் ஆசிரியரும் உறுதி செய்துகொள்ளுதல் வேண்டும்.

(3) மாணக்கர்களுக்குரிய விதிகளை எல்லோரும் நன்ருகப் பார்க்கக் கூடியவாறு சோதனைச்சாலையின் உள்ளும் கதவின் அருகில் வெளியிலும் அமைத்தல் வேண்டும். எல்லா விதிகளையும் அவற்றின் காரணங்களையும் மாணக்கர் அறிந்து கொண்டனரா என்பதையும் ஆசிரியர் உறுதி செய்து கொள்ளல் வேண்டும்.

(4) சோதனைச்சாலை தூய்மையாகவும் துப்புரவாகவும் இருத்தல் வேண்டும்; 'இடத்திற்கேற்ற பொருள், பொருளுக்கேற்ற இடம்' என்பது பொருள்கள் பயனில்லாதபொழுது மேற்கொள்ள வேண்டிய விதியாகும். நல்ல தெளிவான பெயர்ச் சீட்டுகள் ஒவ்வொரு பொருளின்மீதும் ஒட்டப்பெறுதல் வேண்டும்.

(5) துணைக்கருவிகளையும் பிற பொருள்களையும் முன்கூட்டியே எடுத்து வைத்து மாணாக்கர் வருவதற்கு முன்னர் தயாராக இருக்கும்படி அமைப்பது மிகவும் இன்றியமையாதது.

(6) துணைக்கருவிகளையோ வேதியியற் பொருள்களையோ எவ்வாறு கையாள வேண்டும் என்பதைப்பற்றி உரைத்தும் அவற்றைக் கையாள்வதில் நேரிடக் கூடிய விபத்துகளை அடிக்கடி எடுத்துக் காட்டி எச்சரிக்கை செய்தும் மாணாக்கர்களை உணரச் செய்தல் வேண்டும். அடிக்கடி வலியுறுத்தினால்தான் நல்ல திறன் ஒரு நற்பழக்கமாகவே அமைதல் கூடும்.

(7) எளிதாகத் தீப்பற்றும் திரவங்களும் அபாயகரமான வேதியியற் பொருள்களும் பயன்படும் சோதனைகளைச் செய்யத் தொடங்குவதற்கு முன்னர் பாதுகாப்பை வலியுறுத்தித் தக்க முன்னெச்சரிக்கை தருதல் மிகவும் இன்றியமையாதது.

(8) எரிவாயுவையும் மின்னாற்றலையும் எவ்வாறு பயன் படுத்துதல் வேண்டும் என்பதை வலியுறுத்தி உணர்த்தல் வேண்டும்.

(9) தீயணைப்பதற்கு வேண்டிய பொருள்களை எளிதாக எடுத்துப் பயன்படுத்துமாறு குறிப்பிட்ட இடங்களில் வைத்தல் வேண்டும். ஆசிரியர்களும் மாணாக்கர்களும் இவற்றைச் சரியாகவும் விரைவாகவும் கையாளும் முறைகளை அறிந்திருத்தல் மிகவும் இன்றியமையாதது.

(10) ஒரு முதல்உதவிப் பெட்டியை ஒவ்வொரு சோதனைச் சாலையிலோ பொருள்களைத் தயாரிக்கும் அறையிலோ தனியான அலமாரியில் வைத்திருத்தல் வேண்டும். அதை நல்ல முறையில் அமைப்பதுடன் அதிலுள்ள பொருள்களைப் பயன்படுத்தும் முறைகளையும் அறிவியல் ஆசிரியர் அறிந்திருத்தல் வேண்டும். முதலுதவிபற்றிய செய்திகள் பின்னர் ஆராயப்பெறும்.

மாணாக்கர்கட்குரிய விதிகள் : மாணாக்கர்கள் அவர்களுக்கெனக் காட்டியுள்ள விதிகளை நடைமுறையில் மேற்கொள்கின்றனரா என்று கவனித்தல் ஆசிரியரின் பொறுப்புகளில் ஒன்றே. என்றாலும், அவ்விதிகளைத் தடித்த தெளிவான எழுத்துகளால் எழுதிச் சோதனைச் சாலையின் உள்ளேயும் வெளியேயும் எல்லோருடைய கண்ணிலும் எளிதில் படுமாறு ஏற்ற இடங்களில் அமைத்தல் வேண்டும். கீழ்க் கண்ட விதிகளை மாணாக்கர்கட்குரியனவாகக் கொள்ளலாம் :

(1) சோதனைச்சாலையிலுள்ள பொருள்களைச் சோதனைச்சாலைக்கு வெளியே எடுத்துச் செல்லல் ஆகாது.

(2) சோதனைச்சாலைக்குரிய துணைக்கருவிகளையும் பிற பொருள்களையும் சோதனைச்சாலையில் மட்டிலுந்தான் பயன்படுத்துதல் வேண்டும்.

(3) துணைக்கருவிகளையும் பிற பொருள்களையும் ஆசிரியரால் சொல்லப்படும் செயல்களுக்கு மட்டிலுமே பயன்படுத்துதல் வேண்டும். சோதனைகளிலும் ஆசிரியர் சொல்லும் குறிப்புகளை அப்படியே பின்பற்றுதல் வேண்டும்; சிறிதும் விலகுதல் ஆகாது.

(4) எந்தச் சிறு விபத்துகள் நேரிட்டாலும் அவை உடனே ஆசிரியர் கவனத்திற்குக் கொண்டுவரப்பெறுதல் வேண்டும்.

(5) துணைக்கருவிகளிலுள்ள குறைகளையும் உடைசல்களையும் உடனே ஆசிரியருக்குத் தெரிவித்தல் வேண்டும்.

(6) பெயரொட்டிகள் (Labels) தெளிவாக இராவிட்டாலும் சரியாகப் பொருந்தாதிருந்தாலும் அதையும் ஆசிரியரிடம் உடனே தெரிவித்தல் வேண்டும்.

(7) பொருளும் அதன் பெயரைக் குறிப்பிடும் பெயரொட்டியும் ஒன்றுதானா என்பதை முதலில் உறுதிப்படுத்திக் கொண்டுதான் சோதனையில் இறங்குதல்வேண்டும்.

(8) போத்தல்களின் கழுத்தைப்பிடித்துத் தூக்குதலைத் தவிர்த்தல் வேண்டும்.

(9) போத்தல் மூடிகளைச் சரியான முறையில் திறந்து சரியான முறையில் உடனே மூடுதல்வேண்டும். ஒரு போத்தலின் மூடியைப் பிறிதொரு போத்தலில் போடவே கூடாது.

(10) எந்தச் சோதனையிலும் மிகக் குறைந்த அளவு வேதியியற் பொருளையோ பிற பொருளையோ பயன்படுத்துதல் வேண்டும்.

(11) தவறுதலாக வாயில் போட்ட பொருளை உடனே துப்பி வாயை நீரால் நன்குகக் கழுவுதல் வேண்டும்.

(12) ஆசிரியர் குறிப்பின்றி எந்தப் பொருளையும் சுவைத்துப் பார்த்தல் ஆகாது; மணம் பார்க்க நேரிடும்பொழுதும் மிகப் பாதுகாப்பாக இருத்தல் வேண்டும்.

(13) அமிலம் அல்லது காரம் ஆடையில் பட்டால் அதை உடனே அதிகமான நீரால் கழுவிவிடவேண்டும்.

(14) பயன்படுத்தியவுடன் துணைக்கருவிகளையும் பிறவற்றையும் தூய்மையாக்குவதுடன் சோதனை செய்த மேசையையும் துப்புரவாக்கிவிடுதல் வேண்டும்.

(15) திடப்பொருள்களைக் கழிநீர்த் தொட்டிகளில் போடுதல் ஆகாது.

(16) எக்காரணத்தை முன்னிட்டும் எரியும் வாயு, நீர், மின்சாரம் ஆகியவற்றை வீணுக்குதல் கூடாது. தேவை முடிந்தவுடன் குழாய்களை மூடுதல்வேண்டும்; சொடுக்கியையும் அமர்த்திவிட வேண்டும்.

(17) சோதனையின் இறுதியில் துணைக்கருவிகளையும் பிறவற்றையும் அவை இருந்த இடத்திலேயே திரும்ப வைத்தல் வேண்டும்.

(18) ஐயம் நேரிடும்பொழுதெல்லாம் மாணுக்கர்கள் ஆசிரியரை வினவி அதை போக்கிக் கொள்ளுதல் வேண்டும்; இதில் சிறிதும் தாமதம் கூடாது.

இன்னும் இத்தகைய விதிகளைத் தேவைக்கேற்றவாறும் தனிப்பட்ட சோதனைச்சாலைகளை யொட்டியும் உண்டாக்கிக்கொள்ளலாம். எடுத்துக்காட்டாக வேதியியற் சோதனைச்சாலையில் சூடான சோதனைக் குழாய்கள், அடர் அமிலங்கள், விபத்துகளைத் தரவல்ல சோடியம், ∴பாஸ்வரம் போன்ற பொருள்கள் ஆகியவற்றைக் கையாளும் முறைகளையொட்டி விதிகளை ஆக்கலாம்.

முதலுதவி : வந்தபின் காப்பதைவிட வருமுன் தடுப்பது சிறந்தது என்பது அறிவியல் ஆசிரியரின் குறிக்கோளாக இருத்தல் வேண்டும். என்னதான் நல்ல முறையில் பயிற்றுவித்தாலும், திறன்களைக் கைவரச் செய்தாலும், விதிகளை ஆக்கினுலும் அவற்றையும் மீறிச் சில சமயம் சோதனைச்சாலைகளில் தற்செயலாகச் சில விபத்துகள் நேரிடுதல் கூடும். அவற்றை அறிவியல் ஆசிரியர் திறமையுடன் சமாளிக்கத்தான் வேண்டும். அவைபற்றிய ஒரு சில குறிப்புகளை ஈண்டுத் தருவோம்.

சில விபத்துகள் : சோதனைச்சாலைகளில் நேரிடக்கூடிய விபத்துகளைக் கீழ்க்கண்ட தலைப்புகளில் அடக்கலாம் :

(அ) வெட்டுக் காயங்களும் கீறல்களும் ;

(ஆ) தணற் புண்களும் அழற் புண்களும்;

(இ) கண்ணில் நேரிடும் ஊறுகள்;

(ஈ) சில வாயுக்களைச் சுவாசித்தலால் நேரிடும் விபத்துகள்;

(உ) நஞ்சுள்ள அல்லது அபாயகரமான வேதியியற் பொருள்களை வாயில் போடுவதால் நேரிடும் விபத்துகள் ;

(ஊ) மின் விசையால் ஏற்படும் அதிர்ச்சிகள்.

இத்தகைய விபத்துகள் நேரிடாது காத்துக்கொள்ளும் முறைகளைச் சோதனைச்சாலையில் அநுபவமுள்ள ஆசிரியர்கள் நன்கு அறிவர். கண்ணுடிக் குழல்கள் கண்ணுடிப் பாத்திரங்கள் ஆகியவற்றைக் கையாளும் பொழுது விழிப்புடனிருந்தால் வெட்டுக் காயங்கள் முதலியவற்றைத் தவிர்க்கலாம். அடுப்புகளையும் சூடான திரவங்கள் உள்ள பாத்திரங்களையும் மேசையின் பின்புறம் கழிநீர்த் தொட்டிக்கு

அப்பால் வைத்துவிட்டால் சுடுபுண்களும் அழற்புண்களும் நேரிடாமல் தடுக்கலாம். இதனால் வேதியியல் துணைக்கருவிகள் வெடித்தலாலும் திரவங்கள் தெறித்தலாலும் கண்களுக்கு நேரிடும் விபத்துகளையும் தடுக்கலாம். அபாயகரமான வாயுகளைக்கொண்டு செய்யும் சோதனைகளை நச்சு ஆவி போக்கியில்தான் செய்தல்வேண்டும் ; அல்லது திறந்த சாளரத்தின் அருகிலும் செய்யலாம். அபாயகரமான திரவங்களை வாயால் உறிஞ்சுதலைக் கூடியவரை நீக்குதல் நன்று. குறிப்பிட்ட அளவு அத்திரவங்கள் தேவைப்பட்டால் அவற்றை நிறுத்து எடுக்க வேண்டும் ; அன்றி பியூரெட்டைப் பயன்படுத்தியும் எடுத்துக் கொள்ளலாம். மேசையையும் கைகளையும் துப்புரவாகவும் தூய்மையாகவும் வைத்துக்கொள்ளும் பழக்கத்தைத் தொடக்கத்திலிருந்தே வற்புறுத்துதல் வேண்டும். சோதனைச்சாலையில் உணவு கொள்ளும் பழக்கமே கூடாது.

எதிர்பாராது நேரிடும் விபத்துகளை உடனே சமாளிக்கவேண்டும். முதலுதவி என்பது மருத்துவர் அளிக்கும் உதவிக்குப் பதிலாக அளிக்கப்படும் உதவி அன்று என்பதையும், அது மருத்துவர் உதவி அளிக்கப்படுவதற்கு முன் விபத்துகளின் தீவிரத்தைக் குறைப்பதற்கும் மேலும் வளராது பார்த்துக்கொள்வதற்கும் அளிக்கப்பெறும் உதவியே என்பதையும் ஒவ்வோர் ஆசிரியரும் அறிதல் வேண்டும். எனவே, அறிவியல் ஆசிரியர்கள் முதலுதவி பற்றிய ஒரு சில செய்திகளை நன்கு அறிந்திருத்தல் இன்றியமையாதது. செயின்ட் ஜான் ஆம்புலன்ஸ் கழகத்தாரால் தரப்பெறும் முதலுதவிப் பயிற்சியை ஒவ்வோர் ஆசிரியரும் பெற்றிருத்தல் வேண்டும். பயிற்சியில் பெறும் அனைத்தையும் ஈண்டு எடுத்துக்கூறுதல் இயலாது ; ஒரு சில இன்றியமையாத செய்திகளை மட்டிலும் ஈண்டுத் தருவோம். விரிவை முதலுதவிபற்றி வெளியாகியுள்ள நூல்களில் கண்டு கொள்க.

முதலுதவிபற்றிய பொதுக் குறிப்புகள் : எந்த விபத்தையும் அதைப் பற்றித் தெளிவு ஏற்படும்வரை அபாயமானதாகவே கொள்ள வேண்டும். கண்களில் ஏற்படும் விபத்துகள் அனைத்தும் மிகவும் அபாயமானவை என்றே கருதுதல் வேண்டும். முதலுதவி அளித்த சிறிது நேரத்தில் பலன் காணாவிட்டால் உடனே மருத்துவர் உதவியை நாடுதல்வேண்டும்.

பள்ளிக்கும் மருத்துவ நிலையத்திற்கும் தொடர்பு வைத்துக் கொண்டால் நிலைமைகளை நன்கு சமாளிக்கலாம். இத்தகைய தொடர்பு இருந்தால்தான் மருத்துவ உதவிகளை எளிதில் பெறலாம். பள்ளி மாணாக்கர்களிடம் ஒவ்வோர் ஆண்டுப் பகுதிக்கென ஒரு சிறு தொகையைத் தண்டல் செய்து அப்பணத்தைக் கொண்டு மருத்துவ சாலையின் உறவை அடையலாம். பள்ளி ஆட்சியாளர் இப்பொறுப்பை மேற்கொண்டால் இத்தொடர்பு திறனுடன் செயற்படும்.

சிலர் சோதனைச்சாலையிலுள்ள வினைப்படுத்துப் பொருள்களை (Reagents) முதலுதவிக்குப் பயன்படுத்துகின்றனர் ; இ∴து அறவே கூடாது. முதலுதவியில் கையாளும் வேதியியற் பொருள்கள் மிகவும் தூய்மையாக இருத்தல் வேண்டும். முதலுதவிப் பெட்டியிலுள்ள பொருள்களை மட்டிலுந்தான் முதலுதவிக்குப் பயன்படுத்துதல் வேண்டும். எனவே, எளிதில் கிட்டும் இடத்தில் தேவையான பொருள்களடங்கிய முதலுதவிப் பெட்டியை வைத்திருத்தல் சாலப் பயன்தரும்.

விபத்துகள் நேரிடுங்கால் சமாளிக்க உதவும் விதிகள் : அடியிற் கண்டவற்றை விபத்துகள் ஏற்படுங்கால் அவற்றைச் சமாளிப்பதற்கு உதவும் விதிகளாகக் கொள்ளலாம் :

(1) மிக விரைவில் சரியான சிகிச்சை தந்துவிடுதல் வேண்டும்.

(2) மருத்துவ உதவி தேவையில்லை என்று உறுதிப்படுத்தாத வரை, அவ்வுதவியை உடனே நாடத்தான் வேண்டும். சில சமயங்களில் மருத்துவரின் உதவி வேண்டியிருக்கும் ; அல்லது ஆம்புலன்சின் உதவி தேவைப்படும். பல சந்தர்ப் பங்களில் முதலுதவி அளிக்கப்பெற்ற நோயாளியை மருத்துவரிடமோ மருத்துவ சாலைக்கோ அனுப்பி மேற் சோதனை செய்ய வசதி செய்தல் இன்றியமையாதது.

(3) காயத்திற்குச் சிகிச்சை அளிப்பதற்குமுன் தூய்மையை முதலில் கவனித்தல் வேண்டும். காயத்துடன் சேர்க்கும் ஒவ்வொரு பொருளும் 'அன்டி செப்டிக்காக' இருத்தல் வேண்டும். முதலுதவி அளிப்பவரின் கைகளை அன்டி செப்டிக் மருந்துகளைக் கலந்த நீரால் தூய்மையாக்கிக் கொண்ட பிறகுதான் உதவி அளிக்கத் தொடங்குதல் வேணடும்.

(4) ஏதாவது கடுமையான விபத்து நேரிடுங்காலும் பிற சமயங்களிலும் அதிர்ச்சியால் அபாயமும் உண்டாகலாம். அவ்வாறு நேரிடாது பாதுகாத்துக் கொள்ளல் வேண்டும்.

தளர்ந்த நாடித்துடிப்பு, வெளுத்த தோற்றம், உணர்ச்சியற்ற சோர்வுநிலை - ஆகியவை அதிர்ச்சியின் குறிகளாகும். சில சமயம் கொட்டாவி விடுதலையும் நடுக்கத்தையும் கூடக் காணலாம். கடுமையான அதிர்ச்சி ஏற்பட்டவர்கள் சில சமயம் உயிரிழக்கவும் நேரிடலாம்.

இனி, தற்செயலாக நேரிடும் விபத்துகளைச் சமாளிக்கும் வழிகளை ஒவ்வொன்ருகச் சிறிது கவனிப்போம் :

தணற் புண்களும் அழற் புண்களும் : நேரடியாக நெருப்பு, சூடான இரும்பு, மின்சாரம் முதலியவற்ருல் நேரிடும் புண்களைத் தணற்புண்கள் என்றும், நீராவி, கொதிநீர், அடர் அமிலம், எரிகாரம் முதலியவற்ருல்

நேரிடும் புண்களை அழற்புண்கள் என்றும் குறிப்பிடுவர். இவ்வகைப் புண்களில் பல நிலைகள் உள. இப்புண்கள் ஏற்படுங்கால் தோல் செந்நிறமடையும் ; சில சமயம் கொப்புளங்கள் தோன்றும்; மேல்தோல் தீய்ந்து கருகிப்போகவும் கூடும் ; ஆழத்திலுள்ள இழையங்கள் அழிந்து போகவும் நேரிடும். சில சமயம் ஆடை, எரிந்த தோலில் ஒட்டிக் கொள்ளும் ; அப்பகுதிக்கு மேலும் தீங்கின்றி அதை அகற்றுவது கடினம். இப்புண்கள் ஏற்படுங்கால் அதிர்ச்சியாலும் அபாயம் நேரிடக் கூடும். இம்மாதிரியான சமயங்களில் அறிவியல் ஆசிரியர்கள் புண்களின் நிலைகளுக்கேற்றவாறு முதலுதவி அளித்து மருத்துவரின் உதவியை நாடுதல் வேண்டும்.

இரண்டு காரணங்களால் இப்புண்களினுல் அபாயம் நேரிடும். தீங்கு நேரிட்ட பகுதிகளின் மூலம் தோலின் அடிப்பாகங்களுக்குக் கிருமிகள் செல்வதால் அபாயகரமான புண்கள், இரணங்கள் ஏற்படலாம். வலியினுல் நோயாளி வலுவற்றுப்போய் மூர்ச்சை யடையவும் நேரிடலாம். வலுவற்ற நிலை அல்லது மூர்ச்சையடையும் நிலையைத்தான் 'அதிர்ச்சியடைதல்' என்று கூறுவர்.

தணற்புண்கள் : புண்களில் ஒட்டியிராத ஆடையின் பகுதிகளைத் தூய்மையான கத்தரிக்கோலால் வெட்டி நீக்குதல் வேண்டும். எக்காரணத்தாலும் கொப்புளங்களை உடைத்தல் கூடாது. புண்களில் காற்று படுதல்கூடாது. சமையல் சோடா உப்பைச் சிறிதளவு நீரில் கரைத்து அக்குழம்பைப் புண்ணின்மேல் தடவி, தூய்மையான துணியால் மூடவேண்டும் ; தளர்த்தியாகக் கட்டவும் செய்யலாம். புண்ணின்மேல் குளிர்ந்த பசை, ஆலிவ் எண்ணெய் போன்றவற்றையும் தடவலாம்.

வாயிலும் தொண்டையிலும் நேரிடும் புண்களைச் சிகிச்சை செய்ய வேண்டா ; அவை இயற்கையிலேயே ஆறிவிடும். சளிச்சவ்வைத் தூய்மையாக வைத்துப் பாதுகாத்தல் போதுமானது. அதிகச் சூடான உணவு வகைகளையும் அடிக்கடி பயன்படுத்தினுல் வாய், தொண்டை, வயிறு முதலிய இடங்களிலுள்ள இழையங்களைக் கெடுத்து அபாயகர மான நிலையினை உண்டாக்குதல் கூடும்.

சற்றுக் கடுமையான நிலையிலுள்ள புண்களின்மேல் சிறிதளவு நீர்கலந்த சமையல் சோடா உப்புக் குழம்பு பூசிய துணியால் மூடிவிட வேண்டும். இவற்றின்மீது எண்ணெயையோ வேறு பசையையோ தடவுதல் கூடாது. இத்தகைய புண்களைத் தூய்மையான துணியால் மூடி மருத்துவர் உதவியை நாடுதல்வேண்டும்.

அழற்புண்கள் : தணற்புண்களுக்குச் செய்த முதலுதவியைப் போலவே இவற்றிற்கும் அளித்தல் வேண்டும்.

அடர் அமிலங்கள், எரிகாரங்கள், சோடியம் பொட்டாசியம் புரோமின் போன்ற வேதியியற் பொருள்களால் நேரிடும் புண்களை

இவ்வாறு சமாளிக்க வேண்டும்: உடனே குழாய் நீரைத் திறந்து விட்டுத் தீங்கு நேரிட்ட பகுதியை நீரால் கழுவுதல் வேண்டும். குழாய் இல்லாத இடங்களில் வேறு பாத்திரத்தில் நீர் கொணர்ந்து அப் பகுதியை நன்ருகக் கழுவுதல் வேண்டும். அரிக்கும் பொருள்களை நீக்கின பிறகு மேற்கூறியவாறு சாதாரணப் புண்களைப்போல் பாது காத்தல் வேண்டும். அடர் அமிலத்தால் ஏற்பட்ட புண்களின்மீது சோடியம் பை- கார்பனேட் கரைசலையும், புரோமினல் ஏற்பட்ட புண்களின்மீது அம்மோனியாவையும், எரிகாரங்களினுல் ஏற்பட்ட புண்களின்மீது நீர் கலந்த எலுமிச்சைப் பழச் சாற்றையும் ஊற்றுதல் வேண்டும். நல்ல பட்டறிவு இல்லாத ஆறிவியல் ஆசிரியர்கள் இத்தகைய முறைகளையெல்லாம் கையாள்வதைவிட, புண்களை விரைந்து நீரால் கழுவி மருத்துவரின் துணையை நாடுவது நன்று. வேண்டுவதெல்லாம் விரைந்த சிகிச்சையேயன்றி, வேறு அல்ல.

கண்ணில் நேரிடும் ஊறுகள் : கண்ணில் நேரிடும் ஊறுகளைக் கருத்துடன் சமாளித்தல்வேண்டும். கண்ணில் விழும் பொருள்களை அகற்றுவதில் மிகவும் எச்சரிக்கையாக இருத்தல் வேண்டும். விழி வெண்படலம் அல்லது இமையிணைப் படலத்தில் பதியாத சிறு பொருள்களால் மேம்போக்கான ஊறுதான் நேரிடலாம். ஆனுல் கண்ணினுள் பதிந்துள்ள பொருள்களை (எ - டு. இரும்புத்தூள்) அகற்றுவதில் பயிற்சி பெற்றவர்கள்தாம் தலையிடுதல் வேண்டும். இல்லாவிட்டால் நிரந்தரமான ஊறு விளைதல் கூடும்.

திடப் பொருள்கள் : சிறு மணல் போன்ற அபாயகரமற்ற பொருள்கள் கண்ணில் விழுந்தால் நீரில் நனைத்த துணியின் முனையால் அல்லது ஒட்டகமயிரினுலான தூரிகையைக் கிளிசரினில் நனைத்துக் கொண்டு அகற்றலாம். இதனுல் எரிச்சல் ஏற்படுமாயின் பொருள்களை அகற்றிய பின் கண்ணை இளஞ் சூடான நீரினுல் அல்லது நீர்த்த சோடியம் பை-கார்பனேட் கரைசலினுல் கழுவி, கண்ணின்மீது ஒரு சொட்டு ஆலிவ் எண்ணெய் அல்லது ஆமணக்கு எண்ணெயை விடுதல்வேண்டும். தேவையாஞல் கண்ணில் பஞ்சு அல்லது மெல்லிய துணியை வைத்துக் கட்டவும் செய்யலாம்.

கண்ணுடித் தூள்கள் : கண்ணில் கண்ணுடித் தூள்கள் விழுந்தால் பயிற்சியில்லாதவர் அவற்றை நீக்குவதில் முனைதல் கூடாது. அதிக அளவு பஞ்சை நீரில் நனைத்துக் கண்ணின்மீது வைத்துக் கட்டி உடனே நோயாளியை மருத்துவசாலைக்குக் கொண்டுசெல்ல வேண்டும்.

அரிப்புப் பொருள்கள் : சுட்ட சுண்ணும்பு அல்லது வேறு அரிக்கும் காரங்கள் கண்ணில் பட்டால் நீர்த்த காடி, அல்லது நீரினுல் நன்ருகக் கழுவுதல் வேண்டும்; போரிக் அமிலம் அல்லது அசிடிக் அமிலக் கரைசலையும் பயன்படுத்தலாம். கந்தக அமிலம் போன்ற அடர் அமிலம் பட்டால் சமையல் சோடா கரைசலினுல் நன்ருகக் கழுவுதல்

வேண்டும். கழுவிய பிறகு ஒரு சொட்டு விளக்கெண்ணெய் அல்லது ஆலிவ் எண்ணெயை விட்டுப் பஞ்சை வைத்து நன்றாகக் கட்டுதல் வேண்டும்.

வெட்டுக் காயங்களும் கீறல்களும் : இவற்றைச் சிகிச்சை செய்வதில் மூன்று படிகள் உள. அவை.

(அ) இரத்தப் போக்கை நிறுத்துதல் ;

(ஆ) காயங்களை அன்டிசெப்டிக் மருந்து கலந்த திரவத்தால் கழுவுதல் ;

(இ) தொற்று நேரிடாது பாதுகாத்தல்.

பாய்குழலிலிருந்தோ வடி குழலிலிருந்தோ அபாயகரமான குருதிப் போக்கு நேரிட்டால், முதலில் குருதிப்போக்கை நிறுத்துவதற்கு வழிகோலுதல் வேண்டும்.

சிறிதளவு குருதி வடியும் காயங்களாக இருப்பின் அவற்றைத் தூய்மையான குளிர்ந்த நீரினால் கழுவி அழுக்கை நீக்குதல் வேண்டும். கண்ணாடித் துண்டுகள் குத்திக்கொண்டிருந்தால் அவற்றைச் சாமணத்தால் அகற்றுதல்வேண்டும். அகற்ற இயலாவிடின் மருத்துவர் உதவியை நாடுதல் நன்று. குருதி வடிவது நிற்காவிட்டால் காயத்தை அன்டிசெப்டிக் கலந்த திரவத்தால் கழுவி காயத்தை இறுகக் கட்டி இரத்தம் வடிதலை நிறுத்தலாம். காயங்கள் தூய்மையாக இருந்தால், அவற்றின்மீது பஞ்சைப் பரப்பி டிங்ச்சர் அயோடினைப் பூசலாம். வேண்டுமானால் அதற்குமேல் கட்டும் போடலாம். அழுக்குப் படிந் திருந்தாலன்றி காயங்களைக் கழுவுதல் கூடாது ; அமிலம் பட்டிருந் தால்தான் கழுவுதல் வேண்டும். அழுக்குப் படிந்த காயங்களைச் சோப்பு கரைந்த நீரால் கழுவலாம்.

மிகுதியாகக் குருதி வடியும் காயங்களாக இருந்தால் குருதியை அமுக்கத்தால் நிறுத்துவது இயலாது. வடிகுழலிலிருந்து குருதி வந்தால் காயத்திற்குக் கீழே சிறிது தூரத்தில் அமுக்கம் கொடுத்து குருதி வடிதலை நிறுத்தலாம். விரல்களைக் கொண்டே தேவையான அளவு அமுக்கத்தைக் கொடுத்துவிடலாம். குருதி வடிதல் நின்றவுடன் காயத்தை அன்டிசெப்டிக் கரைசலால் கழுவி மூடுதல்வேண்டும். பாய் குழலிலிருந்து வடியும் குருதியைக் காயத்திற்கு மேற்புறமாகவுள்ள பிரத்தியேகமான இடங்களில் அமுக்கத்தைக் கொடுத்து நிறுத்தலாம். அந்த இடங்களில் அமுக்கம் கொடுக்கும்பொழுது பாய் குழாய் எலும்புடன் நன்கு அமுங்கிக் குருதி பாய்வது தடைப்படும். சாதாரண மாக, சோதனைச்சாலைகளில் கண்ணாடிக் குழல்களை வெட்டுவதால் உள்ளங்கையில் காயம் உண்டாகிக் குருதிப் பெருக்கு ஏற்படுகின்றது. இந்நிலையில் மணிக்கட்டில் இரண்டு இடங்களில் அமுக்கினால் குருதி ஒழுக்கு நிற்கும். பாய் குழாய்க் குருதிப் பெருக்கை நிறுத்தும் முறைகள்

அனைத்தையும் ஈண்டுக் கூறுவதென்பது இயலாத தொன்று. ஒவ்வோர் அறிவியல் ஆசிரியரும் முதலுதவி அளிப்பதில் நன்கு பயிற்சி பெற்றவர் மூலம் அவற்றைச் செயல் முறைகளினால் அறிந்து கொள்ளவேண்டும். காயத்தினுள் கண்ணாடித் துண்டுகள் இருக்கும் பொழுது அழுக்கம் தருவது கூடாது. கண்ணாடித்துண்டுகளை நீக்க முடியாத நிலையில் காயத்திற்கு மேற்புறத்திலோ கீழப்புறத்திலோ அழுக்கத்தைத் தருதல் வேண்டும். குருதி வடியும் காயங்களின்மீது போடும் மெத்தை போன்ற பஞ்சை அகற்றுதல் கூடாது : பஞ்சு முழுவதும் குருதியால் நனைந்து விட்டால் அதன்மீது வேறு ஒரு பெரிய மெத்தை போன்ற பஞ்சைப் போட்டு மூடவேண்டுமேயன்றி, நனைந்த பஞ்சை அகற்றுதல் கூடாது. அழுக்கத்தைக் கொடுத்துக்கொண்டே இருத்தல்வேண்டும்.

நச்சு வாயுகளால் நேரிடும் விபத்துகள் : சாதாரணமாகப் பள்ளி ஆய்வகங்களில் நச்சு வாயுகளால் அடிக்கடி விபத்துகள் நேரிடுவதில்லை. என்றேனு ஒரு நாள் நேரிடலாம். எனினும், அறிவியல் ஆசிரியர்கள் அச்சமயங்களில் என்ன முதலுதவி அளிக்க வேண்டும் என்பதை அறிந்து கொள்ளுதல் இன்றியமையாததன்றோ ?

கார்பன் மோனாக்ஸைடைச் சுவாசித்தலால் விபத்துகள் நேரிடக் கூடும். ஆனால், நல்ல முறையில் இயங்கிவரும் ஆய்வகத்தில் இவை நேரிடா. சில வாயுக்களைச் சுவாசித்தலால் அயர்வு உணர்ச்சியோ தலைவலியோ நேரிடும் ; அன்றி வாய், தொண்டையிலுள்ள சளிச்சவ்வு பாதிக்கவும் படலாம். எப்படியிருந்தாலும் நோயாளியை உடனே காற்றோட்டமுள்ள இடத்திற்குக் கொண்டுசெல்லுதல்வேண்டும். அவர் அணிந்துள்ள ஆடைகளைத் தளர்த்திவிட்டு காஃபி அல்லது வேறு சூடான பானத்தைக் கொடுக்க வேண்டும். சுய அறிவை இழந்து இருந்தால் மூர்ச்சை தெளிவிக்கும் முறைகளை மேற்கொள்ளுதல் வேண்டும். தேவையானால், செயற்கைச் சுவாச முறைகளை மேற் கொள்ளலாம்.

சளிச்சவ்வுகளில் ஏற்பட்டுள்ள அழற்சியைப் போக்குவதற்குப் பல முறைகள் கூறப்பெற்றுள்ளன. உறைந்த பாலைப் பயன் படுத்தலாம் ; எல்லாவற்றிலும் மேலானது கிளிசரினை உறிஞ்சுதலாகும். குளோரின் புரோமின் புகைகளைச் சமாளிப்பதற்கு நோயாளி அம்மோனியாவைச் சுவாசித்து வாயையும் தொண்டையையும் சோடியம்-பை-கார்பனேட்டுக் கரைசலால் கழுவுதல் நலம் பகக்கும். இம்மாதிரியான சந்தர்ப்பங்களில் உடனே மருத்துவர் உதவியை நாடுதல் நன்று.

வேதியியற் பொருள்களை உட்கொள்ளுதலால் நேரிடும் விபத்துகள் : உட்கொண்ட பொருளை உடனே துப்பிவிட்டு வாயினை நீரினால் நன்றாகக் கொப்புளித்துக் கழுவுதல் வேண்டும். பொருளை விழுங்கிவிட்டால் அதை உடனே அகற்றுதல் மிகவும் இன்றியமையாதது. அரிக்கும்

தன்மையற்ற பொருளை விழுங்க நேரிட்டால், வாந்தி மருந்தை உட்கொண்டு வாந்தி எடுக்கச் செய்தல் வேண்டும் ; வாந்தி எடுத்த பிறகு, உணவுக் குழலைப் பதப்படுத்தும் மருந்தை உட்கொள்ளுதல் வேண்டும். உப்புக் கரைசல் எளிதில் கிட்டும் வாந்தி மருந்தாம் ; ஆலிவ் எண்ணெய் பதப்படுத்தும் மருந்தாகும்.

அரிக்கும் அல்லது எரிக்கும் பொருள்களை விழுங்க நேரிட்டால், சளிச்சவ்வு மிகவும் கெட்டுப் போகும். இந்நிலையில் வாந்தி மருந்தைப் பயன்படுத்துதல் ஆகாது. கார்பாலிக அமிலம், ஆர்செனிக்கு, மெர்க்குரி நஞ்சுகள் ஆகியவற்றை விழுங்க நேரிடுங்கால் பேதி மருந்தைப் பயன்படுத்துதல் வேண்டும். விழுங்கின பொருள் அமில மாக இருந்தால், தெளிந்த சுண்ணும்பு நீரைப் பயன்படுத்துதல் வேண்டும். எல்லா அமிலங்களுக்கும் சோடியம் பை-கார்பனேட்டைப் பயன்படுத்தலாம் ; ஆக்ஸாலிக அமிலத்திற்கு மட்டிலும் இது கூடாது. காரங்களை விழுங்க நேரிடுங்கால் சிட்ரிக அமிலக் கரைசலைப் பயன்படுத்துதல் வேண்டும் அதன்பிறகு பதப்படுத்தும் மருந்தை உட்கொள்ளுதல் வேண்டும். எல்லாவித நஞ்சுகளுக்கும் திட்டமான மாற்று மருந்துகள் உள. எடுத்துக்காட்டாக ஆர்சினிக்கு நஞ்சுக்கு கூழ்நிலை அயக ஹைடிராக்ஸைடைப் பயன்படுத்துதல் வேண்டும். ஆனல் இத்தகைய பொருள்கள் ஆய்வகங்களில் உடனே கிட்டாதவையாதலின் அவற்றைப்பற்றிக் கூறுவதில் பயனில்லை. அன்றியும், ஆய்வகத்தில் கடுமையான நஞ்சுப் பொருளை உட்கொள்ளும் சந்தர்ப்பமே நேரிடாது. அப்படி நேரிட்டால் மருத்துவர் வருவதற்கு முன் ஆலிவ் எண்ணெய் அல்லது முட்டையின் வெண் கருவை உட்கொள்ளச் செய்தால் போதுமானது. ஃபாஸ்வர நஞ்சுக்கு மட்டிலும் எண்ணெயைப் பயன்படுத்துதல் ஆகாது.

தொலைபேசி வசதியிருந்தால் உடனே மருத்துவரைக் கலந்து அவர் சொற்படி செய்தலே அனைத்திலும் சிறந்தது ; அறிவுக்குப் பொருத்த மான செயலும் அதுவே.

மின்விசையால் ஏற்படும் அதிர்ச்சிகள் : மின்விசையால் அதிர்ச்சி நேரிட்டால் முதலில் மின் ஓட்டத்தை நிறுத்த வழி தேட வேண்டும் ; சொடுக்கியைப் போட்டு நிறுத்த முடிந்தால் நிறுத்துவது நன்று. அஃது இயலாவிட்டால் நோயாளியிடமிருந்து கம்பியை அகற்ற வேண்டும் ; அல்லது நோயாளியைக் கம்பியிடமிருந்து நீக்க வேண்டும். வெறுங்கையைப் பயன்படுத்தி இவ்வாறு செய்தல் ஆகாது. உலர்ந்த கோல், உலர்ந்த கயிறு, உலர்ந்த மேலங்கி, உலர்ந்த செய்தித்தாள், உலர்ந்த இரப்பர்ப் பொருள் முதலியவற்றைக் கொண்டும் அகற்றலாம். எக்காரணத்தைக் கொண்டும் உலோகப் பொருளையோ ஈரமான பொருளையோ பயன்படுத்துதல் ஆகாது. ஒன்றற்கு மேற்பட்ட கம்பிகளினுல் தீண்டப் பெற்றிருந்தால், அவற்றின் குறுக்கே ஓர்

உலோகப் பொருளேயோ ஈரப்பொருளேயோ போட்டு 'குறுக்குச் சுற்று'க்கலாம். மின் அதிர்ச்சியால் மூச்சு நின்றிருந்தால், செயற்கைச் சுவாச முறையைக் கையாளலாம் ; புண்கள் ஏற்பட்டிருந்தால் அவற்றிற்கேற்ற சிகிச்சைகளே மேற்கொள்ளுதல் வேண்டும்.

முதலுதவிப் பெட்டி : ஒவ்வோர் ஆய்வகத்திலும் முதலுதவிப் பெட்டி இருத்தல் மிகவும் இன்றியமையாதது. முதலுதவிப் பெட்டியில் அடியிற் குறிப்பிட்டுள்ள பொருள்கள் இருத்தல் வேண்டும் :

சாமணம்	புண்ணில் கட்டும் வலேத்துணி
ஊசிகள்	டேனிக் அமிலக் குழம்பு அல்லது
ஊக்குகள்	சல்ஃபொனமைடு பசை
கத்தரிக்கோல்	வாசிலின்
ஒட்டகமயிர்த் தூரிகை	கடுகு
கரண்டி	சாதாரண உப்பு
கண் கழுவும் கருவி	போரிக் அமிலம்
கண்ணுக்கு மருந்து சொட்டும் கருவி	ஆலிவ் எண்ணெய்
பல்வேறு கட்டு துணிகள்	முகரும் உப்புகள்
மருந்தில் நனேந்த வலேத் துணி	டிங்ச்சர் அயொடின்
பஞ்சு	அன்டிசெப்டிருகள்
தெளிவான சுண்ணும்பு நீர்	1% அசிட்டிக் அமிலம்
சுர வெப்பநிலேமானி	8% சோடியம் பை-கார்பனேட் அமிலம்
அம்மோனியா கரைசல்	கார்பாலிக் அமிலம்
தூய்மையான நீர்	லேசால்

இப்பெட்டி எளிதில் எடுக்கக்கூடிய இடத்தில் வைக்கப்பெறுதல் வேண்டும். இந்தப் பெட்டியின் அருகில் சாதாரணமாக நேரிடும் விபத்துகளேயும் அவற்றிற்குரிய பரிகாரங்களேயும் எழுதிய பட்டியல் ஒன்றைத் தொங்கவிடுதல் வேண்டும். இத்திட்டம் மருத்துவர் அங்கிகாரம் பெற்றதாக இருத்தல் வேண்டும். முதலுதவிப் பெட்டியுடன் அஸ்பெஸ்டாஸ் சமுக்காளம் ஒன்றிருந்தால் நன்று ; மகளிர்ப் பள்ளியில் அல்லது இருவரும் பயிலும் பள்ளியில் இது மிகவும் இன்றியமையாதது. இதை வாங்கப் பொருளாதார நிலே போதுமானதாக இராவிடில் பெரிய பளுவான சமுக்காளத்தையாவது வாங்கிவைத்திருத்தல் வேண்டும்.

விபத்துகள் பதிவு : எவ்வளவு சிறிய விபத்தாக இருந்தாலும் அதைப் பதிவேட்டில் பதிந்து வைக்கும் வழக்கத்தை ஒவ்வோர்

அறிவியல் ஆசிரியரும் மேற்கொள்ளுதல் வேண்டும். இப்பதிவேட்டில் பெயர், தேதி, இடம், நடந்த விவரம், சோதனையின் நோக்கம், சேதம், பொறுப்பாக இருந்த ஆசிரியரின் குறிப்பு முதலிய விவரங்கள் இருத்தல் வேண்டும். பள்ளிப் பொறுப்பாளர்கள் இப் பழக்கத்தை வற்புறுத்தாவிடினும், இப்பழக்கம் நடைமுறையில் பெரும் பயன் விளைக்கும்.

11. பயிற்றுதலில் மேற்கொள்ளும் சாதனங்கள்—I

உளவியல் உண்மை : ஆசிரியர்கள் ஆற்ற வேண்டிய பணிகள் பல ; நிறைவேற்றவேண்டிய கடமைகள் சில. அவர் எடுத்துக்கொள்ளும் முயற்சி முழுவதும் பயிற்றும் பாடங்களை மாணுக்கர்களுக்கு நன்கு புரியும்படி செய்வதேயாகும். அஃதுடன் அவர்களிடம் சில திறன்களைக் கைவரச் செய்தலும் அவருடைய நோக்கமாக இருத்தல் வேண்டும். உளவியல் பயிற்சியுடைய ஆசிரியர் தன்னுடைய கடமைகளைத் தெளிவாக அறிவார். மக்கள் எவ்வாறு கற்கின்றனர் ? பல்வேறு தூண்டல்களுக்கேற்றவாறு எப்பொழுது எவ்வாறு துலங்கல்கள் ஏற்படுகின்றன ? கற்றலில் சரியான துலங்கல் ஏற்படவேண்டுமானல் என்னென்ன முறைகளையும் உபாயங்களையும் மேற்கொள்ள வேண்டும் ? என்பன போன்ற செய்திகளை அவர் அறிந்திருத்தல் வேண்டும். இவற்றை நன்கு அறிந்திருந்தாலும் பல ஆசிரியர்கள் வெறும் சொற்களைக்கொண்டே கருத்துகளைத் தெரிவிக்க முற்படுகின்றனர். உவமை, உருவகம், ஏது, எடுத்துக்காட்டு போன்ற சில அணிவகைகளை மட்டிலும் கையாண்டு கற்பிக்கின்றனர்.

மாணுக்கர்களுக்குச் சில கருத்துகளையும், சில தகவல்களையும் குறிப்பிட்ட கால எல்லைக்குள் தருவதே ஆசிரியரது நோக்கமாகும் ; இது கற்றல் விதிகளின் அடிப்படையில் அமைந்த தொன்று. இந் நோக்கம் கைவரப்பெறவும் கற்பனவற்றை மாணுக்கர்கள் தம் மனத்தில் உறுதியாகப் பதித்துக்கொள்ளவும் சில துணைக்கருவிகள் சாதனமாக மேற்கொள்ளப்பெறுகின்றன.[1] இயன்றவரை பொருள்கள், பொம்மைகள், படங்கள், வரைப்படங்கள், சொற்கள் என்ற வரிசையில் இச்சாதனங்கள் அமைந்தால் சாலப் பயன்தரும் என்பது கல்வி அறிஞர்கள் கண்ட உண்மை. எனவே, கற்பித்தலில் இவற்றை மேற்கொள்ளுதல் மிகவும் இன்றியமையாதது. அறிவியல் பாடங்களைப் பயிற்றுவதில் இவற்றை எவ்வாறு மேற்கொள்வது என்பதை ஈண்டு ஒரு சிறிது காண்போம்.

1. இவை பற்றிய முழுவிவரங்களை இந்நூலாசிரியர் எழுதி வெளிவர இருக்கும் "கட்புல - செவிப்புலக் கல்வி" என்ற நூலில் கண்டு கொள்க.

1. **துணைக்கருவிகளும் பிற பொருள்களும் :** கற்பித்தலில் துணைக் கருவிகளைக் கையாள்வதில் பிற ஆசிரியர்களைவிட அறிவியல் ஆசிரியருக்கு வாய்ப்புகள் அதிகம். ஆய்வகத்தில் கிடைக்கும் துணைக் கருவிகளையும் பிறபொருள்களையும் அவர் தேவையானபொழுது விருப்பப்படிக் கையாளலாம். எனவே, அறிவியல் ஆசிரியர் ஆய்வகத்தி லுள்ள பொருள்களை மாணுக்கர் கண்ணில் நன்கு படும்படி நல்ல முறை யில் அமைத்துவைக்க வேண்டும். படிமங்கள், துணைக்கருவிகள் கண்ணுடிச்சாடியில் பாதுகாக்கப்பெறும் பிராணிகள் முதலியவற்றைக் கண்ணுடி அலமாரிகளில் வைத்தல்வேண்டும். நுட்பமான கருவிகளை பீரோக்களில் பூட்டிவைத்தல் வேண்டும். வேதியியற் பொருள்களைப் போத்தல்களில் வைத்து அவற்றின்மீது பெயர் எழுதிய சீட்டுகளை ஒட்டுதல்வேண்டும். அவை நல்லமுறையில் மாணுக்கரின் கவனத் திற்குக் கொண்டுவரப்பெருததால் சிலர் தாமிர சல்ஃபேட்டுப் படிகங்கள் நீலநிறமாக இருக்கும் என்பதையும், அயச சல்ஃபேட்டுப் படிகங்கள் பச்சை நிறமாக இருக்கும் என்பதையும்கூட அறியார். கற்பித்தலில் ஆசிரியர் மேற்கொள்ளும் சில சாதனங்களைப்பற்றி ஈண்டு ஒரு சிறிது அறிவோம்.

2. **கரும்பலகை :** ஆசிரியருக்கு அமையும் துணைக்கருவிகளில் கரும்பலகையும் ஒன்று. மிகச் சாதாரணமான பொருள்தான்; ஆனுல் பெரும்பாலோர் அதைக் கையாள வேண்டிய முறையில் திறமையாகக் கையாள்வதில்லை. வண்ணச் சீமைச் சுண்ணும்புக் கட்டிகளின்றி அறிவியல் ஆசிரியர் வகுப்பிற்குள் நுழைதல் கூடாது. அவற்றின் துணைக்கொண்டு வரைப்படங்களின் முக்கிய பகுதிகளை மாணுக்கரின் கவனத்திற்கு நல்ல முறையில் கொண்டுவருதல் முடியும். எடுத்துக் காட்டாக மனிதனுடைய மார்பு, வயிறு ஆகியவற்றிலுள்ள உறுப்புகளை வரைந்து காட்டும்பொழுது நுரையீரல், இதயம், கல்லீரல், மண்ணீரல், குடல்கள் முதலியவற்றை ஒவ்வொரு வண்ணத்தில் காட்டினுல்தான் மாணுக்கர்களுக்கு ஒருவிதத் தெளிவு பிறக்கும்; அவற்றை நன்கு அறிந்துகொள்ளவும் கூடும். கண்ணுடியில் பிரதி பலிக்கும் கதிர்களையும், ஊடுருவி விலகிச் செல்லும் கதிர்களையும் தனித்தனி வண்ணத்தில் காட்டினுல்தான் நன்கு விளக்கம் ஏற்படும். பல்வேறு ஒளிக் கருவிகளின் வழியாக ஊடுருவிச் செல்லும் கதிர்களை வண்ணச் சீமைச் சுண்ணும்புக் கட்டியினுல்தான் நன்கு வரைந்து காட்ட முடியும். ஒரு மரத்தின் வேர், இலை முதலியவற்றை வெண்மை யான சீமைச் சுண்ணும்புக் கட்டியால் வரைந்து காட்டுவதைவிட இலைகளைப் பச்சை நிறத்தாலும், வேர்களைப் பழுப்பு நிறத்தாலும் வரைந்து காட்டுவது சிறந்தது. பூவின் பல பாகங்களைப் பற்றிக் கற்பிக்க நேரிடுங்கால் பூவின் படம் வரைந்து அதன் அகஇதழ், புற இதழ், அண்டகோசம், அண்டாசயம், மகரந்தக் கேசரங்கள்,

மகரந்தப்பை முதலிய பாகங்களை வெவ்வேறு நிறத்தால் காட்டினால் தான் மாணுக்கர்களுக்கு நன்கு தெளிவு ஏற்படும்.

இவற்றைத் தவிர, சில பகுதிகளைக் கற்பிக்கும்பொழுது பல படிகளை வரிசையாகக் குறிக்கவும், சில விதிகளையும் வாய்பாடுகளையும் குறித்துக் காட்டவும், சோதனைகளில் கிடைக்கும் எடுகோள்களைக் குறிக்கவும், சில கணக்கீடுகளைச் செய்து காட்டவும் - இவை போன்ற பிறவற்றிற்கும் கரும்பலகையைப் பயன்படுத்தலாம். கரும் பலகையைப் பயன்படுத்துவதே ஒரு தனிக்கலை ; அது பட்டறிவில் ஆசிரியரிடம் அமையக் கூடியதொன்று.

3. **விளம்பரப் பலகை :** கரும்பலகையைப் போலவே விளம்பரப் பலகையையும் சிறந்த கற்பிக்கும் சாதனமாகப் பயன்படுத்தலாம். பள்ளிக்கென்று பொதுவாக ஒரு விளம்பரப் பலகையும் ஒவ்வொரு பாடத்திற்கும் ஒவ்வொரு பலகையும் இருத்தல் மிகவும் இன்றியமை யாதது. அறிவியல் ஆசிரியர் இப்பலகையைச் சிறந்த முறையில் பயன்படுத்தினால் நிறைந்த பலனைக் காணலாம். சாதாரணமாக இது மூன்று செயல்களுக்குப் பயன்படுத்தப்பெறுகின்றது. (i) கவர்ச்சி கரமான புதிய கருத்துகளையும் செய்திகளையும் தருவதற்கும் (ii) படங்கள், கேலிப்படங்கள், சுவரொட்டிகள், செய்தித்தாள் களிலிருந்து கத்தரித்து எடுத்த படங்கள் முதலியவற்றை வைப்பதற்கும், (iii) அறிவிப்புகள், விதிகள் முதலியவற்றைப் பரப்புவதற்கும் பயன்படுத்தப்பெறுகின்றது. அறிவியல் பாடம் பற்றிய அனைத்தையும் விளம்பரப் பலகையில் தந்து மாணுக்கர்களைப் பயன்பெறச் செய்யலாம். மாணுக்கர்கள் அடிக்கடி நடமாடும் இடத்தில் யாவரும் எளிதில் பார்ப்பதற்கேற்றவாறு இதை வைத்தல் மிகவும் இன்றியமையாதது.

விளம்பரப் பலகையைப் பல்வேறு முறைகளில் பயன்படுத்தலாம். புதிய கண்டுபிடிப்புகள் வானிலை அறிவிப்புகள் முதலிய செய்தித் தாள் தகவல்களைக் கத்தரித்தெடுத்து பலகையில் விளம்பரப்படுத்த லாம். இவற்றை, 'உங்களுக்குத் தெரியுமா?' அல்லது 'நீங்கள் அறிய வேண்டியவை' என்ற தலைப்பின்கீழ் வைத்தல் வேண்டும். முதலுதவி வாரம், உடல்நல வாரம் போன்ற நாட்களில் சிறந்த சுவரொட்டிகளை யும் படங்களையும் பொருத்தி வைக்கலாம். தன்னேக்கமுறை வேலைகள், சுற்றுலா பற்றிய தகவல்கள், அறிவியல் அறிஞர்களின் ஒளிப்படங்கள் இவை போன்றவற்றை இப்பலகையில் வைக்கலாம். மாணுக்கர்களின் அறிவுநிலைக் கேற்றவாறு அவர்களின் செயல்களை யொட்டிய செய்திகளை மட்டிலும்தான் இப்பலகையில் விளம்பரப் படுத்துதல் வேண்டும். பலகையில் வைக்கும் செய்திகளும் படங்களும் அடிக்கடி மாறவேண்டும்; அவ்வாறு அடிக்கடி மாருவிட்டால், அவற்றைப்

பார்ப்பதில் மாணுக்கர்களுக்கு உற்சாகம் இராது ; கவர்ச்சியும் தோன்ருது.

அறிவியல் ஆசிரியர் விளம்பரப் பலகை வேலேயைக் கவனிப் பதற்கென குழுவொன்றை அமைத்து அதனிடம் அப்பொறுப்பைக் கொடுக்கலாம். விளம்பரப்படுத்தவேண்டிய பொருள்கள், அவற்றின் அளவுகள், எண்ணிக்கை, எவ்வெப்பொழுது பலகையில் அவற்றை வைப்பது, பலகையில் எவ்வளவு இடம் வேண்டும் என்பன போன்ற வற்றை இக்குழு ஆராய்ந்து பணியாற்றும். விளம்பரப்படுத்தும் கலே, பொருள்களேத் தேர்ந்தெடுத்தல், பழையனவற்றை எடுத்துப் பாது காத்தல், புதிதாக வைக்கவேண்டியவற்றைத் தொகுத்து வைத்தல் போன்ற பொறுப்புகளேயும் இக்குழு மேற்கொள்ளும். அறிவியல் ஆசிரியர் இக்குழுவின் தலேவராக இருந்து அதைச் சிறந்த முறையில் இயக்குவார்.

விளம்பரப் பலகை நெட்டி, மிருதுவான பலகை போன்ற பொருள்களேக்கொண்டு செய்யப்பெற்ருல் நன்று. பலகையின்மீது மெல்லிய கம்பளத்துணியைப் போர்த்திஞல், குண்டூசிகளேக் குத்தும் துவாரங்கள் தெரியாதிருக்கும். பலகை அழகாக இருப்பதற்கு நான்கு ஓரங்களிலும் கைத்திறனேக் காட்டும் சட்டங்களே அடித்து வைக்க லாம். பலகையில் வைக்கும் படங்கள், ஒளிப்படங்கள் முதலியவை பாதுகாப்பாக இருக்கும்பொருட்டு கண்ணுடிக் கதவுகளேப் பொருத்திப் பூட்டிவைக்கலாம்.

4. படிமங்கள், படங்கள், கோட்டுப்படங்கள் முதலியவை : அறிவியல் கற்பித்தலில் இவை சிறந்த சாதனங்களாகப் பயன்படு கின்றன. இவற்றை நிறுவனங்களிலும் வாங்கலாம். தொழில்துறை பயிர்த்தொழில்துறை முதலிய அலுவலகங்களிலிருந்தும் இனுமாகவோ இரவலாகவோ பெறலாம். சிலவற்றை ஆசிரியரே ஆயத்தம் செய்து கொள்ளலாம். ஓவியத்திலும் கைத்தொழிலிலும் சிறந்த மாணுக்கர் களின் துணேக்கொண்டும் பள்ளியில் கைத்தொழில் பகுதியில் பணியாற்றும் ஆசிரியர்களின் துணேக்கொண்டும் இவற்றை ஆயத்தம் செய்யலாம். அறிவியல் கற்பித்தலில் பயன்படும் ஒரு சில படிமங்கள், படங்கள் முதலியவற்றை ஈண்டு நோக்குவோம்.

படிமங்கள் : இதயம், சுவாசப்பை, காது, கண், வயிறு, குடல், தோல் முதலிய உடலுறுப்புகள் பற்றிய படிமங்கள் ; கீழ்வகுப்பு களுக்குப் பயன்படும் நாய், பூனே, எலி, சிங்கம், புலி முதலியவற்றின் பொம்மைகள் - இவற்றைப் பள்ளியிலேயே மரத்தூள், காகிதக்கூழ், களிமண் ஆகியவற்றைக்கொண்டு ஆயத்தம் செய்து நல்ல முறையில் வண்ணம் தீட்டிவைக்கலாம். பொறிகள், பம்புகள், உலோக உலேகள், சுண்ணும்புக் காளவாய்கள் முதலியவற்றின் படிமங்களே நிறுவனங் களிலிருந்து வாங்கி வைக்கலாம்.

கோட்டுப் படங்கள் : ஆக்ஸிஜன், ஹைடிரஜன், கார்பன் - டை - ஆக்ஸைடு, குளோரின் முதலிய வாயுகளைத் தயாரிக்கும் துணைக் கருவிகள், குடிநீர்த் திட்டம், இரும்பு முதலிய உலோகங்களைப் பிரித்தெடுக்கும் ஆலைகள், காற்றுப் பம்பு, நீர்ப்பம்பு முதலியவை வேலை செய்யும்முறை, பறவைகளின் அலகுகள், பூச்சிகள், பிராணிகளின் தற்காப்புச் சாதனங்கள் முதலியவற்றை விளக்கும் கோட்டுப் படங்களை இந்தியா மையைக்கொண்டு நல்ல தாளில் வரைந்து தயார் செய்யலாம். ஆய்வகத்தில் பயன்படும் மூக்குக் குவளை, குடுவை, புனல், சாராய விளக்கு, வாலை, வாயுசாடி, முக்காலி முதலியவற்றின் உருவப்படங்களை வரையச்செய்யலாம். சில பொருள்களைத் தயாரிக்கும் முறைகளை விளக்கும் படங்களை இரண்டு மூன்று பகுதிகளாகப் பிரித்துக்கொண்டு முறைகளின் பல படிகளை விளக்கலாம். வானிலை அறிவிப்புகள், செய்தித்தாள் தகவல்கள் முதலியவற்றின் எடுகோள்களைக்கொண்டு மாணாக்கர்களால் வரையப்பெற்ற வரைப்படங்களும் சிறந்த கற்பிக்கும் சாதனங்களாகும்.

மதிப்பு மாறுதல்களைக்கொண்டு சில வரைப்படங்களை வரையச் செய்யலாம். ஒரு திட்டப்படி நடைபெறும் மாறுதல்களை வரைப் படங்களால் நன்கு விளக்கலாம். ஒவ்வொரு மாதத்திலும் சராசரி உயர்ந்த தாழ்ந்த வெப்பநிலைகள், சராசரி மழை முதலியவற்றின் எடுகோள்களைக் கொண்ட வரைப்படங்கள் பொருள் விளக்கந் தரும். பல ஆண்டுகளில் வரையப்பெற்ற படங்களை ஒப்புநோக்குதல், இவ்விளக்கத்தை நன்கு உறுதிப்படுத்தும். ஞாயிற்றின் தோற்றம், திங்களின் தோற்றம் ஆகியவற்றின் நேரங்கள் முதலியவற்றைப்பற்றிய எடுகோள்களைக்கொண்டு வரையப்படும் வரைப்படங்கள் இயற்கையின் மாறுபாட்டைத் தெளிவாக விளக்கக்கூடியவை.

பிற படங்கள் : அறிவியலறிஞர்களின் உருவப் படங்கள், சில வெளியீடுகளிலிருந்து கத்தரித்தெடுத்த விளக்கப்படங்கள், மின்சாரத் திட்டம், புகைவண்டிப் பொறி வானவூர்தி முதலியவற்றின் படங்கள், வேதியியற் பொருள்கள், தாதுப்பொருள்கள் முதலியவை கிடைக்கும் இடங்களைக் காட்டும் தேசப்படங்கள், அறிவியல்பற்றி நாளிதழ்களில் வெளியாகும் எடுகோள்கள், படங்கள் முதலியவையும் சிறந்த சாதனங்களாகப் பயன்படும். அறிவியல் பாடப்பகுதிகளைக் கற்பிக்கும்பொழுது இவற்றை நல்ல முறையில் பயன்படுத்தலாம்.

மேற்கூறிய படங்களை வகுப்பில் பயன்படுத்தும்பொழுது கரும் பலகையின் இடப்புற அல்லது வலப்புற ஓரத்தில் அவற்றைத் தொங்க விடுதல் வேண்டும். நாளிதழ்களில் வெளியாகும் படங்கள் கவர்ச்சி தரவல்லனவாக இருந்தால் அவற்றை ஆய்வகம், தாழ்வாரம், நடைபாதை ஆகிய இடங்களிலுள்ள விளம்பரப் பலகைகளில் ஒட்டி வைக்கலாம். அவை உருவிழந்து போகும்வரை பலகையில்

வைத்திருத்தல் ஆகாது. மாணுக்கர் கவனத்தை ஈர்க்க வேண்டுமானல் அவற்றை உடனுக்குடன் நீக்கிப் புதியனவற்றை அமைக்கவேண்டும்.

5. பள்ளித் தோட்டம் : பள்ளித் தோட்டம் எல்லா நிலைப் பள்ளிகளுக்கும் இன்றியமையாத ஓர் உறுப்பாகும் ; இயற்கைப் பாடம், உயிரியல் பகுதிகளைக் கற்பிப்பதற்குப் பள்ளித்தோட்டம் சிறந்த சாதனமாக உதவக்கூடியது. தோட்டம் அமைக்கும் முறைகள் பற்றிய தகவல்களை உரிய நூல்களில் கண்டு கொள்க.[1] கற்பிக்கும் சாதனமாக உதவும் ஒரு சில குறிப்புகளை மட்டிலும் ஈண்டுத் தருவோம்.

காய்கறித் தோட்டம் போடுதல், விதை முளைத்தல், உர வகைகள், எருவிடும் முறைகள், நாற்றங்கால் அமைக்கும் முறைகள், பல்வேறு தாவரங்களைப் பயிரிடும் முறைகள், பூச்சிகளின் வாழ்க்கை வரலாற்றைக் கவனித்தல், தாவரங்களைப் பீடிக்கும் கிருமிவகைகள், நோய்வகைகள், நோய்களைப் போக்கும் முறைகள், மண்வகைகள், நிலவகைகள் முதலிய பல்வேறு செய்திகளை அநுபவ முறையில் கற்பதற்குத் தோட்டம் துணையாக அமையும். மண்வெட்டி, களைக்கொட்டு, புல்வெட்டி போன்ற பயிர்த்தொழிலுக்குரிய கருவிகளைக் கையாளும் முறைகளையும் மாணுக்கர்கள் அறிந்துகொள்ள வாய்ப்புகள் கிடைக்கும். தொடக்கநிலைப் பள்ளி மாணுக்கர்களுக்கு இயற்கைப் பாடம் கற்பதற்குத் தோட்டத்தைப்போல் பயன்படக்கூடிய வேறு சாதனமே இல்லை என்று கூறலாம். பிற பாடங்களை இணைத்துக் கற்பிப்பதற்கும் தோட்டம் நன்கு பயன்படும். கல்வித் திட்டத்தில் தோட்டவேலை ஓர் அச்சாணி போன்றது என்று கூறினும் அது மிகையாகாது.

6. வேறு வாய்ப்புத் திறன்கள் : உற்றுநோக்கலும் சோதனை செய்தலும் அறிவியல் பயிற்றலின் உயிர் நாடிகளாதலின், மேற்கூறியவற்றைத் தவிர வேறு சில வாய்ப்புத் திறன்களைப் பள்ளியில் அமைக்கலாம்.

(அ) அறிவியல் மூலை : வகுப்பறையில் ஒரு மூலையைத் தனியாக ஒதுக்கி அதனை அறிவியல் மூலை (Science Corner) என்று வழங்கலாம். இம்மூலையில் காட்சியாக இருக்கக்கூடிய பொருள்களைக் கொணருமாறு மாணுக்கர்களை ஏவலாம். சோதனை செய்தலுக்கும் பொருள்களைக் காட்சியாக அமைப்பதற்கும் ஒன்று அல்லது இரண்டு மேசைகளைக் கைவசப்படுத்தி வைக்கலாம். சிறுவர்கள் கொண்டுவரும் பொருள்கள் நீண்டகாலம் மேசையின் மீது இருக்க அநுமதித்தலாகாது. நாளடைவில் இவற்றைப் பழம்பொருட் காட்சி நிலையத்திற்கு அனுப்பி விடுதல் வேண்டும்.

1. Lucy R. Latter : *School Gardening for Little Children.* Hoskins : *School Gardening.* Alexander Logen : *Principles and Practice of School Gardening.*

(ஆ) **நீர்ப் பொருட்காட்சி நிலையம் :** பள்ளியில் தக்கதோர் இடத்தில் அமைக்கப்பெறின் இது கவர்ச்சிதரும் மூலமாக (Source) அமைகின்றது. இது பல முக்கியமான அறிவியல் நிகழ்ச்சிகளை உற்று நோக்குவதற்கு வாய்ப்புகளை நல்குகின்றது. மீன், தவளை, சில நீர்ப்பூச்சிகள் ஆகியவற்றின் பிறப்பு, வளர்ச்சி வரலாறுகளை இங்கு உற்றுநோக்கலாம்.

(இ) **பிராணிகளின் கூடுகள் :** வகுப்பறையில் உற்றுநோக்க லுக்குப் பல்வேறு பிராணிகளின் கூடுகளை அமைக்கலாம். சில பிராணிகள் கூண்டில் அடைபடுவதற்குப் பொருத்தமுறுகின்றன. சிறுவர்கள் தம்முடைய செல்வப் பிராணிகளைச் சிறு நேரங்கட்கு வகுப்பிற்குக் கொணருமாறு உற்சாகப்படுத்தப்பெறலாம். பிராணிகட் காகக் கூடுகள் அமைப்பதுபற்றிய குறிப்புகளை உரிய நூல்களில் கண்டு கொள்க.[1]

(ஈ) **வானிலை நிலையங்கள் :** சாதாரணமாக எங்கும் கிடைக்கும் பொருள்களைக்கொண்டே எளிய வானிலைக் கருவிகளை இயற்றலாம். அனிராய்டு அழுத்தமானி, காற்றுத் திசைகாட்டி, காற்று வேகங்காட்டி, மழை அளவி, மயிர் ஈர அளவி, வானிலை இல்லம் போன்ற கருவிகளை அமைக்கும் முறைகளை உரிய நூல்களில் காண்க.[2]

(உ) **வளரும் பொருள்கள் :** அதிகமாக ஒளி இருக்கக்கூடிய சாளர ஓரங்களில் வைக்கப்பெறக் கூடிய சிறிய பூச்சட்டிகள் வளரும் விதைகட்கும் சிறிய தாவரங்கட்கும் தேவையான இடத்தைத் தரும். வேறுசில அநுபவங்கட்கு இன்னும் அதிகமான இடம் தேவைப் பட்டால், ஆழமற்ற மரப்பெட்டிகளைக் கையாளலாம். பழைய கிச்சிலிப்பழக் கூடைகள் இதற்கு மிகவும் எற்றவை.

7. **அறிவியல் பாட நூல்கள் :** ஆசிரியரிடம் வாய்மொழியாக அறியும் அறிவியல் செய்திகளை உறுதிப்படுத்திக் கொள்ளவும், அவற்றை மேன்மேலும் பெருக்கிக்கொள்ளவும் மாணுக்கர்கட்கு உறுதுணையாக இருப்பது அறிவியல் பாடநூல் ஆகும். பாடநூலைக்கொண்டு அவர்கள் தேவையான செய்திகளை விரைவில் பெறமுடியும். இதனுல் அறிவியல் ஆசிரியர்கள் பாடநூல்களிலுள்ளவற்றை மாணுக்கர் மனத்திற்கு எளிதில் வெற்றிகரமாக ஏற்றிவிடலாம் என்று நினைத்தல் கூடாது. நல்ல நூல்களிலும் சில செய்திகளைக் காண முடியாது ; அத்தகையவற்றை ஆசிரியர்தான் நிறைவு செய்தல் வேண்டும். பிற நூல்களிலிருந்தும், மேற்கோள், தகவல் நூல்களிலிருந்தும், அவற்றைத் தன் பட்டறிவிலிருந்தும் அவர் திரட்டிக்கொடுத்தல் வேண்டும்.

தொடக்கநிலை, நடுநிலை, உயர்நிலைப் பள்ளிகளுக்கென எண்ணற்ற பாடநூல்கள் வகுப்புவாரியாக வெளியிடப்பெற்றுள்ளன; ஆண்டு

1. யுனெஸ்கோ : அறிவியல் பயிற்றும் மூல முதல் நூல் பக் (55—61)
2. மேற்படி நூல் பக். : (112—118)

தோறும் வெளி வந்துகொண்டுமுள்ளன. அவற்றிலிருந்து மாணாக்கர் வாழும் இடத்திற்கும் அவர்களின் அறிவு நிலைக்கும் ஏற்ற நூல்களைத் தேர்ந்து எடுத்தல் வேண்டும்.

நல்ல நூலின் இயல்புகள் : அடியிற் குறிப்பிட்டுள்ளனவற்றை நல்ல அறிவியல் பாடநூலின் சிறப்பியல்புகளாகக் கொள்ளலாம். அவற்றை மனத்திற்கொண்டு ஆசிரியர்கள் பாடநூல்களைத் தேர்ந்தெடுத்தல் வேண்டும்.

புறத் தோற்றம் : நல்லதாள், சிறந்த அச்சு, உயர்ந்த கட்டடம், கையாள்வதற்கேற்ற அளவு - முதலிய கூறுகள் நூலின் புறத் தோற்றத்தைக் கவர்ச்சியுடையதாகக் காட்டும். 'அகத்தின் அழகு முகத்தில் தெரியும்' என்ற பழமொழிக் கிணங்க புறத் தோற்றமும் அகத்தோற்றத்தை ஓரளவு எடுத்துக்காட்டவும் கூடும். இந்தக் கூறுகளில் கருத்தினைச் செலுத்தி வெளியிடுவோர் நூலிற்கு இன்றியமையாதனவாகவுள்ள பிற கூறுகளிலும் கவனம் செலுத்தி யிருப்பர் என்று நம்புவதற்கு இடம் உண்டு. எல்லாக் கூறுகளிலும் சிறந்து விலையும் மலிவாக இருந்தால், அதைச் சிறந்த பாடநூலாகக் கொள்ளலாம்.

அகத் தோற்றம் : பொருளமைப்பு, கையாளப்பெற்றுள்ள மொழி, நடை, விளக்கப் படங்கள், சோதனைகள், எடுத்துக்காட்டுகள், பயிற்சிகள் முதலியவற்றை நூலின் அகத்தோற்றக் கூறுகளாகக் கொள்ளலாம். படிப்பும் பட்டறிவும் மிக்க ஆசிரியர்களால் நூல்கள் எழுதப்பெற்றால் அவை நன்முறையில் அமையும். அவர்கள் நல்ல உளவியலறிவு பெற்றவர்களாக இருந்தால், அல்லது நூல்கள் எழுதும் பொழுது உளவியலறிஞர்களைத் துணையாகக்கொண்டால் நூல் இன்னும் சிறக்கும். நூலை எழுதத் தொடங்குவதற்குமுன் எல்லா நிலை வகுப்புகளுக்குரிய பாடத்திட்டங்களை நன்கு ஆராய்ந்து அறிவியல் பயிற்றுவதன் நோக்கங்களைத் தெளிவுபடுத்திக்கொண்டு நூல் எழுதும் வேலையில் இறங்கவேண்டும். மொழியறிவு நல்லமுறையில் வாய்க்கப் பெறாதவர்கள் படிப்பும் பட்டறிவும் மிக்க மொழியாசிரியர்களின் துணையை மேற்கொள்ளலாம்.

பொருளமைப்பு : நூல்கள் நம் நாட்டுப் பள்ளிச் சூழ்நிலைக் கேற்றவாறும் நம் சிறுர்களின் மனப்பான்மை, கவர்ச்சி, செயல்முறை ஆகியவற்றை யொட்டியும் அமைதல் வேண்டும். பாடத்திட்டங்களை ஆராய்ந்தபிறகு எழுதினால் மாணாக்கர்களின் அறிவுநிலைக் கேற்றவாறு நூல்கள் அமையும். ஒரே பொருளின் தலைப்பு பல வகுப்புகளின் பாடத்திட்டங்களிலும் காணப்பெறும். அதுபற்றிய செய்திகளை எந்தெந்த அளவு எந்தெந்த வகுப்புகளுக்குத் தெரிவிக்க வேண்டும் என்பதை முன்னரே தெளிவுபடுத்திக்கொண்டு எழுதுதல்வேண்டும். இதில் மாணாக்கரின் அறிவுநிலை, புரிந்துகொள்ளும் திறன் ஆகியவற்றை

நோக்கமாகக் கொண்டால் செய்திகள் சரியாக அமையும். தவிரவும் தொடக்க, நடு, உயர்நிலைப் பள்ளிகளுக்குரிய எல்லா வகுப்புகளுக்கும் ஒரே ஆசிரியரால் நூல்கள் எழுதப்பெற்றால் அவ்வரிசை நூல்கள் சிறந்த முறையில் அமைய இடம் உண்டு. இயன்றவரை காட்டப் பெறும் ஏதுக்களும் எடுத்துக்காட்டுகளும் பிற செய்திகளும் மாணாக்கரின் அறிவுநிலைக்கேற்றவாறும் அவர்கள் பட்டறிவில் கண்டு உணரக்கூடியவைகளாகவும் இருப்பின் மிக நன்று. குறிப்பாக இயற்கைப் பாடம்பற்றிய செய்திகளாவது இம்முறையில் அமைய வேண்டும். பொதுவாக எடுத்துக்காட்டுகள் அன்றாட வாழ்க்கையில் காணக் கூடியனவாகவும் குறுக்கிடக் கூடியனவாகவும் இருந்தால் மாணாக்கர்கள் தாம் அறியும் செய்திகளைத் தெளிவாகப் புரிந்து கொள்வர்.

மொழியும் நடையும் : நூல்களில் மேற்கொள்ளப் பெறும் மொழியும் நடையும் மாணாக்கர்களின் மொழியறிவை யொட்டியிருத்தல் இன்றியமையாதது. எளிய, இனிய, தெளிவான நடையைக் கையாள வேண்டும். சிறுவர்களின் மொழியறிவுக்கேற்ற வாக்கிய அமைப்பை மேற்கொள்ளுதல் வேண்டும் ; சிறுசிறு வாக்கியங்களாக இருந்தால் பொருள் தெளிவு ஏற்படும். அறிவியல் பாடநூல்களிலும் சரி, மொழித்துறையல்லாத பிற பாடநூல்களிலும் சரி, தெளிவுதான் முக்கியமாக வேண்டப்படுவது. தெளிவிற்குத் துணையாக இருக்கும் மற்றொரு கூறு நூல்களில் கையாளப்பெறும் கலைச்சொற்கள். கலைச் சொல்லாக்கத்தைப்பற்றி எவ்வளவோ கருத்து வேறுபாடுகள் உள்ளன. இயன்றவரை தமிழ்மொழியின் நீர்மைக்கேற்றவாறு புதிய சொற்களை உண்டாக்கலாம். இயலாத விடத்து ஆங்கிலச் சொற்களை அப்படியே ஏற்றுக் கொள்ளலாம். எடுத்துக்காட்டாக Telescope, Microscope, என்ற ஆங்கிலச் சொற்களுக்கு 'தொலைநோக்கி' 'நுண் பெருக்கி' என்ற சொற்கள் ஏற்றவை ; சொற்களே பொருள் களின் செயலை எடுத்துக்காட்டுகின்றன. 'தூரதரிசனி' 'சூட்சுமதரிசனி' என்றும் மொழி பெயர்த்துள்ளனர். தமிழில் நூல் எழுதுவோர் முதலில் காட்டிய சொற்களையே மேற்கொள்ளல் வேண்டும். எந்த மொழியிலிருந்து ஒரு கலை மொழிபெயர்க்கப்படுகின்றதோ அந்த மொழியிலிருந்து கலைச்சொற்களை ஏற்றுக்கொள்வதுதான் பொருத்தம். தேவையில்லாத இடங்களில் தேவையற்ற மொழிபெயர்ப்பை மேற் கொள்வது சிறிதும் பொருந்தாது. நூலின் இறுதியில் இவ்வாறு மேற்கொள்ளப்பெறும் கலைச்சொற்களை அகர வரிசைப்படுத்தி இடம்பெறச் செய்தால் படிப்போர்க்குப் பெருந்துணையாக இருக்கும்.

அறிவியலறிஞர்களின் வாழ்க்கைக் குறிப்புகள் : புதியது புனைந்த அறிவியலறிஞர்களின் வாழ்க்கைக் குறிப்புகளை ஏற்ற இடங்களில் சேர்த்தல் வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக ஆர்க்கிமிடீஸ் விதி, புவியீர்ப்பு

விசை போன்றவற்றைக் கூறும் இடங்களில் **ஆர்க்கிமிடீஸ், சர் ஐசாக் நியூட்டன்,** போன்ற அறிவியலறிஞர்களின் வாழ்க்கைக் குறிப்புகள் இடம் பெறுதல் மிகவும் இன்றியமையாதது. **பாஸ்டர், லிஸ்டர், எட்வர்ட் ஜன்னர், ரோனல்டு ராஸ்** போன்ற அறிவியலறிஞர்களின் வாழ்க்கைக் குறிப்புகளைக்கொண்டு அவர்கள் கண்டறிந்த மெய்ம்மைகள் விளக்கப்பெற்றால் மாணாக்கர்கட்குப் படிப்பதில் ஒரு கவர்ச்சி ஏற்படுவதுடன் பொருள் விளக்கத்திற்கும் பெருந்துணையாக இருக்கும் ; படிப்பதில் ஒரு விறுவிறுப்பையும் ஆர்வத்தையும் ஊட்டும்.

சோதனைகள் : அறிவியல் வெறும் ஏட்டுப் படிப்பன்று ; எத்தனையோ மெய்ம்மைகள் செய்முறைகளால் அறியப்பட வேண்டியவை. எனவே, ஏற்ற இடங்களில் சோதனைக் குறிப்புகள், சோதனையைச் செய்யும் முறை, இயற்கைப் பாடம் போன்றவற்றில் மாணாக்கர்கள் தோட்டம், வயல் முதலிய இடங்களில் உற்றுநோக்க வேண்டிய குறிப்புகள்பற்றிய செய்திகள் இடம் பெறுதல் வேண்டும். அறிவியல் நூலில் செயல்முறை பற்றிய குறிப்புகளும் விளக்கப் படங்களும் மிகமிக இன்றியமையாதவை என்பதை அறிதல் வேண்டும்.

விளக்கப் படங்கள் : அறிவியல் நூல்களில் படங்கள், வரிப் படங்கள், விளக்கப் படங்கள், அறிவியலறிஞர்களின் உருவப் படங்கள் முதலியவை இடம் பெறுதல் மிகவும் இன்றியமையாதது. சோதனைக் கருவிகள், துணைக்கருவிகள், செய்முறைகள் ஆகியவற்றை வரிப் படங்களால் விளக்கிக் காட்டினால் அவை பொருள் விளக்கத்திற்குப் பெருந்துணையாக இருக்கும். படங்களின் ஒவ்வொரு பகுதிகளையும் தக்க எண்கள் அல்லது எழுத்துகளால் குறிப்பிட்டு அவை எவற்றைக் குறிக்கின்றன என்பதையும் நன்கு விளக்குதல் வேண்டும். ஒரு பொறி எவ்வாறு இயங்குகின்றது என்று வரிப் படத்தால் விளக்கிக் காட்டும் சந்தர்ப்பத்தில் அப்பொறியின் பல்வேறு பகுதிகளையும் தனித்தனியாகவும் வரிப்படங்களால் விளக்கிக் காட்டலாம். பொறி இயங்கும் பல்வேறு படிகளையும் தனித்தனி வரிப்படங்களால் விளக்கினால் அஃது மேலும் தெளிவாகும். சில அறிவியலறிஞர்களின் உருவப்படங்களும் இடம் பெறுதல் மிகவும் இன்றியமையாதது.

பிற குறிப்புகள் : பாடநூலில் சேர்க்கப்பெற்றுள்ள விதிகள் எவ்வெவ்வாறு அன்றாட வாழ்க்கையில் பயன்படுகின்றன என்பதை ஆங்காங்கு விளக்கி யிருத்தல் வேண்டும். மேற்படிவங்களுக்குரிய பாடநூல்களில் பௌதிக, கணித மாறிலிகளும் வாய்பாடுகளும் அடங்கிய பட்டியொன்று சேர்க்கப்பெற்றிருத்தல் வேண்டும். ஒவ்வொரு பாடத்தின் இறுதியிலோ அன்றி ஒவ்வொரு பகுதியின் இறுதியிலோ சில வினாக்கள் காணப்பெறுதல் வேண்டும் ; சில புதுமுறை வினாக்களும் சில கணக்குகளும் பயிற்சிகளாகக் கொடுக்கப் பெற்றிருந்தால் அவை பயின்ற விதிகளுக்கு விளக்கங்களாக அமைதல்

கூடும். இயற்கைப் பாடப் பகுதிகளில் கீழ் வகுப்புகளில் இயற்கைப் பஞ்சாங்கம் ஒன்றை அவசியம் சேர்த்தல் வேண்டும்.

பாடநூல்களின் தேவை : அறிவியல் பாடநூல்கள் மாணுக்கர்களுக்குத் தேவையா என்பதைக் குறித்து பல மாறுபட்ட கருத்துகள் நிலவுகின்றன. ஒரு சாரார் தேவை என்று கூறுவர் ; பிறிதொரு சாரார் அன்று என்று பகர்வர். இரு சாரார் கூறும் காரணங்களையும் ஈண்டு எடுத்துக்காட்டுவோம்.

தேவை என்று கூறுவோரின் கருத்து : தெளிவான மொழியில் சுருங்கக் கூறி விளக்குதல் எந்தப் பாடத்திற்கும் வேண்டியதொன்று. அறிவியல் பாடநூல் அதை நன்கு நிறைவேற்றுகின்றது. செய்திகள் ஒருவித ஒழுங்கில் கோவையாகத் தொகுக்கப்பெற்றிருத்தலால் மாணுக்கர்கள் நல்ல அறிவினை அடைய முடிகின்றது. வகுப்பில் ஆசிரியர் விளக்கியவற்றையே மாணுக்கர்கள் மீண்டும் வீட்டில் நூலில் படிக்கும் பொழுது பொருள் தெளிவு ஏற்படுகின்றது. நூல் இருந்தால் ஆசிரியர் குறிப்புகளை எழுதச் செய்து வகுப்பில் கற்பிக்கவேண்டிய நேரத்தை வீணுக்கத் தேவையில்லை. அப்படி எழுதிக் கொள்ளச் செய்தாலும் எல்லா மாணுக்கர்களும் பிழைகளின்றி எழுதிக் கொள்வர் என்று நினைத்தலும் தவறு ; தவருக எழுதிக் கொள்பவர் தவருன வற்றையே படித்துத் தவருன கருத்துகளையே கொள்ள ஏதுவுண்டு. நூலினைக் கொண்டு ஆசிரியர் கற்பித்தவற்றை எந்த நிலையிலும் வரையறை செய்து பார்க்க வசதியேற்படுகின்றது. மாணுக்கர்களோ ஆசிரியர்களோ ஒரு பள்ளியிலிருந்து பிறிதொரு பள்ளிக்கு மாற நேரிட்டால், மாணுக்கர்கள் நூல்களைப் படித்துச் செய்திகளைத் தெரிந்து கொள்ளவும் ஆசிரியர் நடந்திருக்கும் பகுதிகளை உறுதிசெய்து கொள்ளவும் வாய்ப்பு ஏற்படுகின்றது. பெரும்பாலான நூல்களில் ஒப்படைப்புகள் காணப்பெறுவதால் அவற்றை வீட்டு வேலையாகக் கொடுக்கப் பயன்படுத்தலாம். நூலை வீட்டில் படித்து வந்தால், வகுப்பில் மேற்கொள்ளப்பெறும் கலந்து ஆய்தலால் பொருள் தெளிவு அடைய முடியும். நூலிலுள்ள படங்கள், விளக்கப்படங்கள், வரைப் படங்கள் முதலியவற்றின் துணைக்கொண்டு மாணுக்கர்கள் தெளிவான அறிவைப் பெறலாம் ; அவற்றைப்போல் தாமும் வரைய முனையலாம். சில நாட்கள் யாதோ ஒரு காரணத்தால் பள்ளிக்கு வர இயலாத மாணுக்கர்களும் வகுப்பில் நடந்தவற்றை வீட்டிலேயே படித்துக் கொள்வதற்குப் பாடநூல் துணையாக உள்ளது.

அன்று எனக் கூறுவோரின் கருத்து : பெரும்பான்மையான அறிவியல் பகுதிகள் உற்று நோக்கியும் செயல்கள் மூலமும் அறிந்து கொள்ளும் நிலையில் இருத்தலால், நூல் தேவை இல்லையே என்று கூறுவர். ஆசிரியர் வேலையைக் குறைத்துக்கொள்ளப் பயன்பட்டாலும் ஆசிரியர் திருத்தமற்ற வேலை செய்யவும் பாடநூல் கருவியாக

அமைந்துவிடுகின்றது. சில சமயம் ஆசிரியர்கள் நூலிற்கு அடிமையாகி அதையே ஒரு 'மறை நூல்' போல் மேற்கொண்டு மொழிப் பாடம்போல் கற்பிக்கவும் ஏதுவாகி விடுகின்றது. இதனால் அறிவியல் பாட நோக்கமே சிதைக்கப்பட்டு விடுகின்றது. நூல் எழுதுவதில் பெரும்பாலோர் வகுப்பறை அநுபவத்தையோ மாணுக்கரின் மனநிலையையோ சிறிதும் யோசியாது பல நூல்களைப் பார்த்துப் புதியதொரு நூல் எழுதுவதால், மாணுக்கர்கள் அத்தகைய நூலால் நல்ல பலனை எய்த முடியாமற் போகின்றது.

அறிவியல் பாட நூலைப் பயன்படுத்தும் முறை :. இதைப்பற்றித் திட்டமாக எதையும் கூற முடியாது. ஆசிரியரின் மனப்பான்மைக் கேற்றவாறும் நோக்கத்திற்கேற்றவாறும் இது மாறுபடும்.

தொடக்கநிலைப் பள்ளியில் பயிலும் மாணுக்கர்கட்குத் தக்க மொழியறிவு இல்லாததால், அவர்கள் நூலைப் படித்து மொழியறிவுடன் பொருளறிவையும் பெறுதல்வேண்டும். ஆசிரியர் கற்பிக்க வேண்டியவற்றைக் கற்பித்த பின்னர், நூலில் அப்பகுதியைப் படித்து வரச் செய்தல்வேண்டும். அதில் சில வினுக்களைக் கொடுத்து விடையிறுத்து வரும்படியும் கூறலாம். சில சமயம் சில பகுதிகளை உரக்கப் படித்துக் காட்டி மாணுக்கர்களையும் படிக்கத் தூண்டலாம். இவ்வாறு படித்த பிறகு சில வினுக்கள் மூலம் விடைகளை அவர்களிடமிருந்து வருவித்து அவற்றை அழகான கரும்பலகைச் சுருக்கமாக வளர்க்கலாம் ; இதை அவர்கள் தம் குறிப்பேட்டில் எழுதிக்கொள்ளவும் செய்யலாம்.

மேல் வகுப்புகளில் அவற்றை வீட்டில் மாணுக்கர்களாகவே படிப்பதற்கும், வீட்டு - வேலை செய்வதற்கும் பயன்படுத்தச் செய்யலாம். மாணுக்கர்கள் செய்யவேண்டிய சோதனைகளைப்பற்றி அவர்கள் தெரிந்து கொள்வதற்குப் பயன்படுத்தலாம். ஆசிரியர் வகுப்பில் செய்து காட்டியவற்றை மாணுக்கர்கள் வீட்டில் படித்துக் கொள்வதற்கு நூல் துணையாக உள்ளது. ஆண்டு முழுவதும் கற்பித்தவற்றை ஓர் ஒழுங்குமுறையில் திருப்பிப் பார்ப்பதற்குப் பாட நூல் பெருந்துணையாக அமைகின்றது.

8. **அறிவியல் நூலகம் :** அறிவியல் ஒரு பாடமாகக் கற்பிக்கப் பெறும் பள்ளிகளில் அறிவியல் நூலகம் மிகவும் இன்றியமையாதது. அறிவியல் பயிற்றுதலில் இந்நூலகம் பெருந்துணையாக அமையும். பாட நூலாக இராத பிற அறிவியல் நூல்களைப் பயிலுங்கால் மாணுக்கரின் பொது அறிவு பெருக வாய்ப்புகள் ஏற்படும். பாட வேளையில் ஆசிரியரால் கற்பிக்க இயலாத பல செய்திகளை மாணுக்கர்கள் நூல்கள் வாயிலாகத்தான் அறிந்துகொள்ளல் வேண்டும். இன்றைய நிலையில் கல்லூரிகளிலும் பல்கலைக் கழகங்களிலும் தொழில்நுணுக்கக் கல்லூரிகளிலும் அறிவியல்துறைகளில் மனநிறைவு கொள்ளும் முறையில் நல்ல நூல்கள் இல்லை என்று கூறப்படுகின்றது.

இந்நிலையில் உயர்நிலைப் பள்ளிகளிலும் தொடக்கநிலைப் பள்ளிகளிலும் இத்தகைய நூல்களை எங்ஙனம் வாங்கிச் சேர்க்க இயலும் ?

தமிழில் அறிவியல் நூல்கள் : அறிவியலை உணர்த்தும் நூல்கள் தமிழில் இல்லை என்பது உண்மைதான். 'புத்தம் புதிய கலைகள், பஞ்ச பூதச் செயல்களின் நுட்பங்கள் கூறும்' மேன்மைக் கலைகள் தமிழில் இன்னும் தோன்றத்தான் இல்லை. ஆனால், ஒரு சிலர் பிறநாட்டு நல்லறிஞர் சாத்திரங்களைத் தமிழ் மொழியில் பெயர்க்கத் தொடங்கியுள்ளனர். தமிழில் ஒருசில அறிவியல் நூல்கள் வெளி வந்துள்ளன ; 'கழகத்தில்' வெளியாகியுள்ள ஒருசில நூல்களையும் தென்னிந்திய மொழிப் புத்தக டிரஸ்டின் ஆதரவில் வெளிவந்த பல நூல்களையும் ஈண்டுக் குறிப்பிடலாம். ஒருசில திங்கள் வெளியீடுகளும் தோன்றியுள்ளன.[1] தேனீ வளர்த்தல், பட்டுப்பூச்சி வளர்த்தல், காகிதம் செய்தல், சோப்பு செய்தல் போன்ற தொழில்களை விளக்கும் ஒருசில நூல்கள் தமிழில் வெளியிடப்பெற்றிருக்கின்றன. தமிழில் அறிவியல் நூல்கள் அதிகம் தோன்றாவிடினும் ஆங்கிலத்தில் எண்ணற்ற நூல்கள் உள்ளன; எல்லா நிலை மாணாக்கர்களுக்கும் நூல்கள் வெளியாகி உள்ளன. உயர்நிலைப் பள்ளி மாணாக்கர்கள் ஆங்கில அறிவு ஓரளவு பெற்றிருக்கின்றனராதலின், ஆங்கிலத்தில் உள்ள நூல்களை வாங்கலாமன்றோ ? எம்மொழியில் படித்தால் என்ன ? அறிவு பெறுவதுதானே முக்கிய நோக்கம்? எனவே, ஆங்கில மொழியில் வெளி வந்த நூல்களையும் தமிழில் கிடைக்கக் கூடிய ஒருசில நூல்களையும் ஆசிரியர்கள் வாங்கி அறிவியல் நூலகத்தில் வைக்கலாம்.

பல துறை நூல்கள் : எத்தகைய நூல்களை ஆசிரியர் வாங்கலாம் ? அறிவியல் துறை மிக விரிந்த நிலையில் உள்ளது. அதில் பௌதிகம், வேதியியல், உயிரியல், வானநூல், நில இயல், தாவர இயல் முதலிய பல்வேறு பகுதிகள் உள. இத்துறைகளில் உயர்நிலைப் பள்ளி மாணாக்கர்களுக்கென நல்ல முறையில் எழுதப்பெற்ற நூல்களை வாங்கலாம்.[2] பொறியியல், தொழில் நுணுக்க இயல்பற்றிய நூல்களையும் அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகள்பற்றியனவும், அறிவிய லறிஞர்களின் வாழ்க்கை வரலாறுகளையும் தன்-வரலாறுகளையும் பற்றியனவுமான நூல்களை வாங்கிச் சேர்க்கலாம். சோப்பு செய்தல், தேனீ வளர்த்தல், காகிதம் செய்தல், ஒளிப்படக் கலை, வானொலி போன்ற ஈடுபாட்டுக்கலைகளை (Hobbies) விளக்கும் ஒருசில நூல் களும் இந் நூலகத்தில் இடம் பெறலாம். அறிவியல் பயிற்றும் முறை களைக் கூறும் ஒரு சில நூல்களையும் வாங்கி வைத்தால் ஆசிரியர் களுக்குப் பெரும் பயன் விளைக்கும்.

1. 'கலைக்கதிர்' போன்றவை.

2. The Basic Science Education Series என்ற தொடரில் வெளிவந்துள்ள பல நிலைகளுக்கேற்ற நூல்கள்.

நூலகப் பகுதிகள் : அறிவியல் நூலகத்தை பொதுப் பகுதி, தனிப் பகுதி என இரு பகுதியாகப் பிரித்துக்கொண்டு இரு பகுதிகளிலும் ஏற்ற நூல்களை வாங்கி வைத்தல் வேண்டும். பொதுப்பகுதியில் மேற்கோள் நூல்களைச் சேகரித்தல் வேண்டும். தோட்டக்கலைக் களஞ்சியம், அறிவியல் களஞ்சியம், பல நல்ல அறிவியல் பாடநூல்கள், அறிவியல் துறைகளை இன்பமாக ஏற்றுப் படிப்பதற்கு எழுதப்பெற்ற நூல்கள் முதலியவற்றைச் சேகரிக்கலாம். கீழ் வகுப்புகளுக்கு வாங்கும் நூல்களில் பட விளக்கம் அதிகமாக இருத்தல் வேண்டும். தனிப் பகுதியில் உள்ளெரி பொறி, நீராவிப் பொறி, குடிநீர்த் திட்டம், மின்சார வினியோகத் திட்டம், மின் ஆக்கப் பொறி போன்றவற்றின் அமைப்புகளை விளக்கும் நூல்கள், சவ்வூடுபரவல், ஒளிப்படம் எடுத்தல், ஓம்ஸ் விதி, கிரஹாம் விதி போன்றவற்றைச் சோதனைகள் மூலம் விளக்கும் நூல்கள், சில முக்கியமான வேதியியற் பொருள்களைத் தயாரிக்கும் முறைகளை விளக்கும் நூல்கள், அறிவியல் துறைபற்றிய முக்கிய எடுகோள்களைத் தரும் 'லாகரிதம்' வாய்பாடு போன்ற நூல்கள் ஆகியவற்றை வாங்கி வைக்கலாம். இங்கு நல்ல அறிவியல் பாட நூல்களும் இருந்தால் மாணாக்கர்கள் ஐயம் நேரிடுங்கால் அவற்றைப் புரட்டிப் பார்க்க ஏதுவாக இருக்கும். இவற்றைத் தவிர, பல்வேறு சோதனைகளைச் செய்யுங்கால் மாணாக்கர்கள் பின்பற்ற வேண்டிய சில முறைகளை விளக்கும் டைப் அடித்த குறிப்புகளையும் இப்பகுதியில் வைக்கலாம். உற்சாகம் மிக்க ஆசிரியராக இருந்தால் நாளாவட்டத்தில் இத்தகைய குறிப்புகளைப் பெருக்குவார். பண வசதியிருந்தால் சில இன்றியமையாத நூல்களில் இரண்டு படிகள் வாங்கி ஒன்றைப் பொதுப்பகுதியிலும், பிறிதொன்றைத் தனிப்பகுதியிலும் வைக்கலாம்.

நூல்களைத் தேர்ந்தெடுத்தல் : நூல்களைப் பொறுக்கி எடுப்பதில் ஆசிரியர் சில முறைகளை மேற்கொள்ளுதல் வேண்டும். பட்டறிவு மிக்க ஆசிரியர்களும் இத்துறையில் திறமையாகப் பணியாற்ற இயலாது. நாளிதழ்கள், வார வெளியீடுகள், திங்கள் இதழ்கள் முதலியவற்றில் வெளி வரும் மதிப்புரைகளைப்[1] படித்தும், நூல்கள் விற்கப்பெறும் கடைகளில் நூல்களை நேரில் பார்த்தும், நூல் விலைப் பட்டிகளிலிருந்தும் தேவையான நூல்களைப் பொறுக்கி எடுத்தல் வேண்டும். பள்ளி வருவாயையும் அரசினர் கொடுக்கும் மானியத்தையும் கொண்டு ஆண்டிற்குக் கொஞ்சமாக நூல்களை வாங்கிக்கொண்டேயிருந்தால்தான் நாளாவட்டத்தில் நூலகத்தில் நூல்கள் நன்முறையில் பெருகும்.

9. **இயற்கைப் பஞ்சாங்கம் :** ஆண்டுதோறும் அன்றாடம் இயற்கையைக் கூர்ந்து நோக்கியதால் அறிந்த செய்திகளை முறைப் படுத்தித் தொகுத்து வைப்பதை 'இயற்கைப் பஞ்சாங்கம்' என்று

1. Nature, School Science Review, Discovery, Scientific American, Popular Mechanics, Popular Science, Industry, முதலியவை சில இதழ்களாகும்.

குறிப்பிடுவர். காற்று, மழை, மேகம், வெயில், தட்பவெப்ப நிலை முதலிய காலநிலைபற்றிய குறிப்புகளும் ; மரம், செடி, கொடி முதலிய தாவரங்கள் இலையுதிர்த்துப் பூத்துக் காய்க்கும் செய்திகளும் ; ஒவ்வொரு மாதங்களிலும் என்னென்ன பயிர்த்தொழில்கள் நடைபெறுகின்றன என்பன போன்ற தகவல்களும் இயற்கைப் பஞ்சாங்கத்தில் இடம் பெறும். ஏழு வயது நிரம்பாத குழந்தைகளும் இயற்கைப் பஞ்சாங்கத்தைத் தொகுக்கலாம் ; இந்நிலைக் குழந்தைகள் செய்திகளை எழுதுவதைவிட ஓவியத்தால் குறித்துக் காட்டுவது நன்று. ஓவியங்களையும் தனித்தனியாக வரைவதைவிட குழுவாக வரையச் செய்தல் நன்று. வகுப்பிலுள்ள குழந்தைகள் யாவரும் ஒவ்வொரு பருவத்தையும் ஒவ்வொரு வண்ணத்தால் காட்டலாம் என்ற முடிவுக்கு வந்த பிறகு, இவ்வேலையைத் தொடங்கலாம். இத்தகைய வேலையைக் குழந்தைகள் பெரிதும் விரும்புவர். பெரும்பாலும் இடைநிலைப் பள்ளி மாணுக்கர்களுக்கு இவ்வேலை மிகவும் ஏற்றது.

முதற் படிவம் : இவ்வகுப்பு மாணுக்கர்களைக்கொண்டு பள்ளித் தோட்டத்தில் பல்வேறு விதைகளை நடச்செய்து அவை முளைக்கும் நிலையில் காணும் வேறுபாடுகளைத் தத்தம் குறிப்பேட்டில் குறிக்கச் செய்யலாம். தோட்டத்தில் வெங்காயம் போன்ற ஒரு சிலவற்றின் வளர்ச்சிப் படிகள் (இலை விடுதல், பூத்தல், காய்த்தல், பழுத்தல் முதலியவை) முழுவதையும் கவனித்து எழுதச் செய்யலாம். அவர்கள் வாழும் சூழ்நிலையிலுள்ள பறவைகளைக் கவனித்து அவற்றின் பெயர்களை அறியச் செய்யலாம். இச்செய்திகளைக்கொண்டு அழகான படமாக ஓர் இயற்கைப் பஞ்சாங்கத்தை உருவாக்கலாம். பொதுமைய வட்டங்களை வரைந்து அவற்றைப் பன்னிரண்டு அல்லது ஆறு வட்டக் கோணப்பகுதிகளாகப் பிரித்துக்கொண்டு தாம் கவனித்த நிகழ்ச்சிகளை அவற்றில் அழகாக எழுதி வண்ணங்கள் தீட்டி அலங்கரிக்கத் தூண்டலாம்.

இரண்டாம், மூன்றும் படிவங்கள் : இவ்வகுப்பு மாணுக்கர்களைப் பறவைகள் கூடு கட்டுங்காலம், கூடுகளுக்குரிய பொருள்கள், பல்வேறு கூட்டு வகைகள், அடைகாக்குங்காலம், குஞ்சுகள் வெளிப்படும் காலம், குஞ்சுகள் பறக்கும் நிலை முதலியவற்றைக் கவனித்துத் தத்தம் குறிப்பேடுகளில் குறித்துக் கொள்ளச் செய்யலாம். காக்கை, வானம்பாடி, குருவி, மைனு, மரங்கொத்தி, மீன்கொத்தி முதலிய பல்வேறு பறவைகளின் வாழ்க்கைகளைக் கவனித்து வருமாறு ஏவலாம். அன்றியும், அவர்கள் அணில் கூடு கட்டும் காலம் ; வண்ணுத்திப்பூச்சி, கொசு, தவளை, தேனீ முதலியவற்றின் வாழ்க்கை நிலைகள் ஆகியவற்றைக் கவனிக்கத் தூண்டலாம். பள்ளி வட்டாரத்திலுள்ள மரங்கள், ஒரு தடவை பூத்தவுடன் அழியும் தாவரங்கள், காளான்கள் தோன்றும் காலம், இலையுதிர்க்கும் மரங்கள், மாமரங்கள் துளிர்த்தலில் காணும்

பல்வேறு நிறங்கள், பள்ளித் தோட்டத்திலுள்ள செடிகளைப் பீடிக்கும் நோய்கள், பூச்சிகள், களைகள், வேறிடங்களிலிருந்து வரும் பறவைகள் அங்கு கூடுகட்டி வாழ வருகின்றனவா அன்றி உணவின் பொருட்டா என்பனபோன்ற தகவல்கள் முதலியவற்றையெல்லாம் கவனிக்கத் தூண்டலாம்.

வெப்பநிலைமானிகளைக்கொண்டு அன்றாடத் தட்ப-வெப்ப நிலைகளை அறிதல், காற்றுத் திசைகாட்டிகளைக்கொண்டு காற்று வீசும் திசைகளையறிதல், பாரமானியைக் கொண்டு வாயு மண்டலத்தின் ஈரப்பதத்தை அறிதல், மழை மானியைக் கொண்டு மழையை அளத்தல் முதலிய செயல்களில் மாணுக்கர்களை ஈடுபடுத்தலாம். மழை பெய்தலையொட்டி முளைக்கும் பல்வேறு விதைகள், தாவரங்கள், மண் புழுக்களின் வேலைகள், மரவட்டைகள் தோன்றுதல், தவளைகளின் இரைச்சல், வானவில் தோன்றி மறைதல், சந்திரன் தோன்றி மறைதல், சந்திரப் பிறைகள் தோன்றுதல் முதலிய நிகழ்ச்சிகளையெல்லாம் ஊன்றி நோக்குமாறு தூண்டலாம். இவ்வாறு கவனித்த நிகழ்ச்சிகள் யாவற்றையும் திங்கள் வாரியாக அட்டவணைகளாகத் தொகுத்து இயற்கைப் பஞ்சாங்கம் அமைக்கச் செய்யலாம். இத்தகைய பஞ்சாங்கம் அமைக்கும் வேலையை விருப்ப வேலையாக்க வேண்டுமேயன்றி வலந்து திணித்து பளுவான வேலைபோலாக்கக் கூடாது.

பஞ்சாங்க வேலையை மேற்கொள்ளும் முறை : பள்ளிகளில் இரண்டு விதமாக இவ்வேலையை மேற்கொள்ளச் செய்யலாம். **ஒன்று :** சில வட்டாரங்களில் இலையுதிர் மரங்கள், மரங்கள் பூக்கும் பருவம் முதலியவற்றைக் குறித்து வரச் செய்யலாம். **இரண்டு :** ஆசிரியரே பறவைகள் பிரிந்து செல்லும் பருவம், களை தோன்றுங்காலம், தாவரங்கள் பூத்தல் முதலியவற்றைப்பற்றிய குறிப்புகளைத் தந்து சில பறவைகள், சில களைகள், சில தாவரங்கள் ஆகியவற்றைக் குறித்து வரச் செய்யலாம்.

இவ்வேலையை மேற்கொள்ளச் செய்யும் ஆசிரியரே ஒரு பஞ்சாங்கத்தை உருவாக்கியிருத்தல் வேண்டும். மேற்கூறியவை பற்றிய செய்திகளை ஆசிரியரே நேரில் கண்டிருந்தால்தான் மாணுக்கர்களிடம் அவற்றை வலியுறுத்திச் சொல்ல முடியும். தவிர, அவர் உருவாக்கும் பஞ்சாங்கம் சிறந்ததோர் எடுத்துக்காட்டாகவும் இருத்தல் வேண்டும். இவ்வேலையை முதன் முதலாக ஒரு வகுப்பில் ஒரு சில நிறைமதி மாணுக்கர்களைக்கொண்டு செய்யச் செய்தல்வேண்டும். தாமாக முன்வருபவர்களிடம் இவ்வேலையை முதலில் ஒப்படைத்தல் வேண்டும். பிறகு அதே வகுப்பில் வேறு பிரிவுகளிலும் இவ்வேலையைத் தொடங்கலாம்.

ஒவ்வொரு மாதத்திலும் ஆசிரியர், மாணக்கர் குறித்து வைக்கும் குறிப்புகளைச் சரிபார்த்தல் வேண்டும். இதுபற்றிய ஓர் வகுப்பு ஆராய்ச்சியையும் துவங்குதல் வேண்டும். ஆராய்ச்சியில் ஏற்படும் முடிவுகளை அம்மாதத்திற்குரிய இடத்தில் குறிக்கவேண்டும். ஒவ்வொரு பருவத்தின் இறுதியிலும் ஆண்டின் இறுதியிலும் ஆராய்ச்சி செய்தல் நலம் பயக்கும்.

நன்மைகள் : இயற்கைப் பஞ்சாங்கம் பல்வேறு நன்மைகளை விளைவிக்கும். இவ்வேலை ஆசிரியருக்கும் மாணக்கர்களுக்கும் கவர்ச்சியை அளிக்கும். மாணக்கர்களிடம் உற்றுநோக்குந் திறனை வளர்க்கும். இயற்கைப் பாடம் வாழ்வுப் பாடமாக அமைய வழி உண்டு. விதை முளைத்தல், விதைகள் பரவுதல், பறவைகள், இலையுதிர் தாவரங்கள் முதலியவற்றைக் கற்பிக்கும்பொழுது ஏராளமான எடுத்துக்காட்டுகளைத் தரலாம். கல்விச் செலவுகள், சுற்றுலாக்கள் முதலியவை பயனுள்ளவையாக அமையும். ஓய்வு நேரத்தைப் பயனுள்ள முறையில் கழிக்க வழி பிறக்கும். பள்ளிப் படிப்பும் வாழ்க்கை அநுபவமும் இணைந்து செல்லும்.

சங்கடங்கள் : எல்லாப் பிரிவுகளிலும் இவ்வேலையைத் தொடங்க இயலாது. பள்ளியில் அறிவியல் பாடத்திற்கென ஒதுக்கப் பெற்றுள்ள பாடவேளைகளில் இதை மேற்கொள்வது இயலாத செயல். இவற்றைச் சாக்கிட்டு இவ்வேலையில் இறங்காதிருத்தல் தவறு. ‘மனமிருந்தால், வழி பிறக்கும்.’

12. பயிற்றுதலில் மேற்கொள்ளும் சாதனங்கள்—II

சென்ற இயலில் அறிவியல் பாடம் பயிற்றுதலில் மேற்கொள்ளப் பெறும் ஒரு சில சாதனங்களைக் கண்டோம். இந்த இயலில் இன்னும் சிலவற்றைக் காண்போம். பள்ளிகளில் குடிமைப் பயிற்சித் திட்டம் நுழைந்த பிறகு அது நன்முறையில் மேற்கொள்ளப்பெற்றால் பெரும் பயன் எய்தலாம் என்பதை அநுபவம் காட்டுகின்றது. வெளியுலகில் மக்களாட்சி முறை நடைமுறையிலிருக்கும்பொழுது பள்ளிகளிலும் அது வேண்டப்பெறுவதொன்றன்றோ? இன்று பள்ளிகளில் பயில் கின்றவர்தாமே நாளைச் சிறந்த குடிமக்களாகத் திகழப் போகின்றனர்? எனவே, பள்ளிகளில் 'அறிவியற் கழகம்' அமைத்து அதன் ஆதரவில் பயிற்றலில் பயன்படும் பல்வேறு சாதனங்களையும் மேற்கொள்ளலாம். அனைத்திற்கும் இயக்கும் ஆற்றல்போல் உள்ள அறிவியல் கழகத்தைப் பற்றி முதலில் அறிவோம்.

1. அறிவியற் கழகம்: பள்ளிகளில் அறிவியல் பாடம் கற்பித்தலுக்குப் பெருந்துணையாக இருப்பது அறிவியற் கழகமாகும். மாணாக்கர்களை வைத்தே இத்தகைய கழகத்தை நிறுவி அவர்களைக் கொண்டே இதை நடத்தும்படி செய்தால், மாணாக்கர்கள் பெரும் பயன் அடைவர். இக்கழகத்தில் அறிவியல் ஆசிரியர்கள் ஆலோசகர்களாக இருந்துகொண்டு கழகத்தை நன்முறையில் இயக்குவிக்கலாம். ஆசிரியர்களின் திறமைக்கேற்றவாறும், காட்டும் உற்சாகத்திற் கேற்றவாறும், இக்கழகம் பயனுள்ள துறைகளில் பணி புரியும். பள்ளியில் பயிலும் அனைவரும் இக்கழகத்தின் உறுப்பினராவர். சாதாரணமாக இத்தகைய கழகங்களுக்குத் தலைவர், செயலாளர், பொருட்காப்பாளர், சில உறுப்பினர்கள் அடங்கிய செயற்குழு ஒன்றை அமைத்து அக்குழுவைக்கொண்டு எல்லாச் செயல்களையும் முற்றுவிக்க வேண்டும். தலைமையாசிரியரைத் தலைவராகவும், அறிவியல் ஆசிரியர் களை ஆலோசகர்களாகவும் கொள்ளலாம்; ஏனைய பதவிகளை மாணாக் கர்களே வகிக்கச்செய்தல் வேண்டும். ஒவ்வொரு வகுப்பிலிருந்தும் ஒவ்வோர் உறுப்பினரைத் தேர்ந்தெடுக்கச் செய்யலாம். கழகத்தின்

வரவு - செலவுக் கணக்குகளைச் செயலாளரும் பொருட்காப்பாளரும் வைத்துக்கொள்ளலாம் ; இதற்கு ஆசிரியர் வழி காட்டுதல் வேண்டும்.

செயற்குழுவின் பணி : அறிவியற் கழகத்தின் செயற்குழு ஆற்ற வேண்டிய பணிகள் பல. குறிப்பிட்ட கால எல்லைகளுக்குள் வருமாறு கூட்டங்களைக் கூட்ட ஏற்பாடுகள் செய்வது இதன் முதன் வேலையாகும். ஓராண்டில் நடைபெறவேண்டிய கூட்டங்களை முன்கூட்டியே உறுதி செய்துகொண்டு செயற்குழுவின் அனுமதியின்மேல் செயலாளர் செயலாற்றுதல்வேண்டும். பள்ளி நேரத்திற்கு வெளியில் சுற்றுலாக்கள், சிறுதொலைவுப் பயணங்கள் அமைத்தல், அவைபற்றிய செயல்கள் அனைத்தையும் நிறைவேற்றுதல், அறிவியல் நூலகம் அமைத்து நடத்துதல், கழகத்திற்கென அமைந்துள்ள அறையைச் சிறந்த முறையில் வைத்துக்கொள்ளல் போன்ற செயல்களைச் செவ்வனே செய்தல் ஆகியவற்றைப் பார்த்துக்கொள்ளல் இச்செயற் குழுவின் பொறுப்பாகும். மேற்குறித்தவற்றை அமைக்கும்பொழுது தக்கவர்களிடம் இசைவு கோரல், வாகன வசதிகளுக்கு ஏற்பாடு செய்தல், பார்க்கவேண்டிய இடங்களைப்பற்றிய தகவல்களை அறிதல், செலவில் பங்கு கொள்வோருக்கு உணவு வசதிகள் செய்தல், உதவி செய்தவர்களுக்கு நன்றி தெரிவித்தல் ஆகிய அனைத்தையும் செயற்குழு நன்றாகக் கவனித்தல் வேண்டும்.

கூட்டங்கள் : அறிவியற்கழக ஆதரவில் பயன்படக்கூடிய பல்வேறு கூட்டங்களைக் கூட்டலாம். எடுத்துக்காட்டுகளாக ஒரு சிலவற்றை ஈண்டுக் கூறுவோம். ஏதாவது ஒரு பொருளைப்பற்றி மாணாக்கர்களே கூட்டத்தில் பேசலாம். ஒரு பொருளைப்பற்றி ஒருவர் ஐந்து நிமிடங்கள் வீதம் பத்துப் பேர் பேசினும் பேசலாம் ; திறமை இருந்தால் ஒரு மாணாக்கனே ஐம்பது நிமிடங்கள் பேசினும் பேசலாம். இயன்றவரை பேச்சுகளைச் சோதனைகள் செய்துகாட்டியோ அல்லது படங்களைக்கொண்டோ விளக்கந் தருதல் வேண்டும். பட விளக்கு களையும் நழுவங்களையும் கொண்டோ, மைக்ரோபுரஜெக்டரைப் பயன்படுத்தியோ, எபிஸ்கோப்பைக் கொண்டோ விளக்கந்தரலாம். சில சந்தர்ப்பங்களில் பொம்மைகளைக் (Models) கொண்டும் விளக்கந் தரலாம். எடுத்துக்கொண்ட பொருளுக்கேற்றவாறு துணைக்கருவிகள் மாறும். பேச்சுகள் முடிவுற்றதும், பேசப்பட்ட பொருளைக் குறித்து கலந்து ஆய்தல் (Discussion) நடைபெறும். இதில் பலர் பங்கு கொண்டு தத்தமக்கு ஏற்பட்ட ஐயங்களை அகற்றிக்கொள்வர்.

கழகங்களில் ஆசிரியர்களும் உரைகள் நிகழ்த்தலாம் ; சோதனை களைக்கொண்டோ, பல்வேறு படங்கள், பொம்மைகள் ஆகியவற்றைக் கையாண்டோ சொற்பொழிவுகள் நிகழ்த்தலாம். பாடங் களைப் பயிலும்பொழுது ஆசிரியர்களின் பேச்சை மாணாக்கர்கள் கேட்கும் வாய்ப்புகள் இருக்குமாதலின், கூடியவரை ஆசிரியர்கள்

இக்கழகங்களில் பேசுவதைக் குறைத்துக்கொள்ளுதல் வேண்டும். வகுப்பறைகளில் ஆராயப்பெறும் பொருள்களைப்பற்றி இவண் பேசாதிருத்தல் நலம் பயக்கும். பொழுதுபோக்குப் பாணியில் அமையும் 'வேதியியல் மாந்திரீகம்', 'தொலைக்காட்சி', 'இசைக்கருவிகள் எவ்வாறு ஒலிக்கின்றன ?', 'பிராணிகள் சிந்திக்கின்றனவா ?' என்பன போன்ற பொருள்களை மட்டிலும் எடுத்துக்கொண்டு அவர்கள் பேசுதல் வேண்டும்.

வெளியார் சொற்பொழிவுகள் : இக்கழகத்தில் வெளியார்கள் வந்து பேசும் வாய்ப்புகளும் உள்ளன. ஒரு தீப்பெட்டித் தொழிற்சாலையைப் பார்வையிட்டுத் திரும்பியதும் அத்தொழிற்சாலை மேலாளரைக்கொண்டு தொழிற்சாலையைப்பற்றிச் சொற்பொழிவு நிகழ்த்தச் செய்யலாம். ஒரு பஞ்சு ஆலை அல்லது ஆடையாலைக்குச் சென்று திரும்பியதும் ஆங்குள்ள பொறி இயக்குநரையோ அல்லது தொழில் நுணுக்கக் கலைஞரையோ கொண்டு உரை நிகழ்த்தச் செய்யலாம். செடிகளை வளர்க்கும் ஒரு தோட்டத்தைப் பார்வையிட்டுத் திரும்பியதும் தாவரஇயல் முறைப்படி செடிகளைப் பாதுகாத்து வளர்த்து வரும் அறிஞரைக்கொண்டு பேசச் செய்யலாம். சில சந்தர்ப்பங்களில் செலவுகளுக்கு முன்பு சொற்பொழிவுகளை அமைக்கவும் செய்யலாம். இப் பேச்சுகளிலும் துணைக்கருவிகளும் படவகைகளும் பெரும்பயன் விளைக்கும்.

கழக ஆதரவில் பொருட்காட்சிச் சுற்றுலாக்கள், படக்காட்சிகள் காட்டல் ஆகியவற்றை நடத்தலாம். இவைபற்றிய விவரங்களைப் பின்னர்க் காண்போம்.

2. சுற்றுலாக்கள் : வகுப்பறைகளில் தாம் கற்பிக்கும் செய்திகளும் செயல்களும் வெளியுலகில் பெரிய அளவில் இடைவிடாது நடைபெற்று வருபவை என்பதை அறிவியல் ஆசிரியர்கள் மாணாக்கர்களுக்கு உணர்த்துதல் வேண்டும். செய்திகளை வெறும் ஏட்டுச் சுரைக்காயாக மட்டிலும் பயிற்றுவதால் யாதொரு பயனும் விளையாது. செய்திகளையும் செயல்களையும் பயனுள்ள வகையில் மாணாக்கர்கள் அறிந்துகொள்வதற்குச் சுற்றுலாக்கள் பெருந்துணை புரியும். இச் செலவுகள் அறிவியல் பாடத்திற்கன்றி தரைநூல், வரலாறு, சமூக இயல் போன்ற பிற பாடங்களுக்கும் பயன்படும்.

சுற்றுலா வகை : செல்லும் இடத்தின் சேய்மை, செலவழிக்கும் நேரம் ஆகியவற்றிற்கேற்ப சுற்றுலாக்களை மூன்று வகைகளாகப் பிரிப்பர். அவை : பள்ளி நாட்களில் வகுப்பு நேரத்தில் வெளிச்சென்று உலவி வருதல், விடுமுறை நாட்களில் மேற்கொள்ளும் செலவுகள், தொலைவு இடங்களுக்குச் செல்லும் செலவுகள் என்பவையாகும். மாணாக்கர்களின் வயது, பார்க்கவேண்டிய இடங்கள், அவ்விடங்களில் அறியவேண்டிய செய்திகள் ஆகியவற்றிற்கேற்ப இவை மேற்

கொள்ளப்பெறும். அண்மையில் உள்ள இடங்களுக்குப் பள்ளி நாட்களிலும், சேய்மையிலுள்ள இடங்களுக்கு விடுமுறை நாட்களிலும் சுற்றுலாக்களை மேற்கொள்ளுதல்வேண்டும்.

சுற்றுலாவின்பொழுது காண்பவை: இளஞ்சிறுர்களை அடிக்கடி வெளியிடங்களுக்கு அழைத்துச் செல்வதால் பள்ளிகளில் வகுப்பறையில் இயற்கைப் பாடத்திலும் பிறபாடங்களிலும் அவர்கள் அறியும் செய்திகள் பயன்படும் தன்மையைக் காட்டி நிற்கும். ஆண்டின் பல்வேறு பருவங்களில் அவர்கள் வெளியில் சென்று உலாவும்பொழுது மனத்தை ஈர்க்கவல்ல பல தகவல்களை நேரில் அறிந்துகொள்ளும் வாய்ப்புகளை அடைவர். பல்வேறு பருவங்களில் பல்வேறு பூச்சி வகைகளையும் பறவை வகைகளையும் காண்பர்; பூத்துக் குலுங்கும் செடி கொடி வகைகளையும் காய்த்துப் பழுத்துக் குலைகளுடன் தொங்கும் மரவகைகளையும் கண்டு களிப்பர். உழவர்கள் பயிரிட்டு அறுவடை செய்யும்வரை நிகழும் பல்வேறு நிலைகளையும், காய்களையும், பழங்களையும் ஒன்றுசேர்த்து வகைப்படுத்தி பழக்கடைக்கு வரும் வரை நிகழும் செயல்களையும் நேரில் காண்பர். வண்ணாத்திப் பூச்சி, பட்டுப் பூச்சி முதலிய பூச்சிகளின் வாழ்விலும் தவளை போன்ற பிராணிகளின் வாழ்விலும் உள்ள பல படிகளையும் நேரில் அறிந்து கொள்ளும் வாய்ப்புகளை அடைவர். பல்வேறு பறவைகளின் குரல் வகைகளை நேரில் கேட்டு மகிழ்வதுடன், குரலைக் கேட்டவுடனே அஃது இன்ன பறவை என்று கூறும் திறனைப் பெறவும் முடியும். சற்று வளர்ந்த மாணுக்கர்களாக இருப்பின் அவர்களைத் தொலைவிடங்களுக்கு அழைத்துச் சென்று ஆங்காங்கு நடைபெறும் கைத்தொழில் வகைகள், பிற செய்திகள் ஆகியவற்றை நேரில் கண்டறியும் வாய்ப்புகளை நல்கலாம்.

சுற்றுலா செல்லும் இடங்கள்: பூஞ்சோலை, இளமரக்கா, காய்கறித் தோட்டங்கள், பழத்தோட்டங்கள், கடற்கரை, ஏரி, குளம், ஆறு, மலையடிவாரம், துறைமுகம், புகைவண்டிநிலையம், சந்தை, அங்காடித் தெரு, கடைத்தெரு, தீயணைக்கும் நிலையம், பிராணிக்காட்சி நிலையம், பொருட்காட்சி, பழம் பொருட்காட்சி நிலையம் போன்ற இடங்களுக்குக் கீழ்வகுப்புகளில் பயிலும் இளஞ்சிறுர்களை அழைத்துச் செல்லலாம். மேல் வகுப்புகளில் பயிலும் மாணுக்கர்களைப் பெரிய அணைக்கட்டுகள், நீர்த் தேக்கங்களின் அருகிலுள்ள மின்சார உற்பத்திநிலையம், அருவி, பண்டைய கோயில்கள், மலைகள், ஆறுகளின் உற்பத்தி இடங்கள், அரண்மனைகள், விமான நிலையம், வானொலி நிலையம், வானிலை ஆராய்ச்சி நிலையம், தீப்பெட்டித் தொழிற்சாலை, வார்ப்படச்சாலை, கண்ணாடித் தொழிற்சாலை, இரும்புத் தொழிற்சாலை, உப்பளங்கள், பஞ்சாலைகள், ஆடை நெய்யும் ஆலைகள் முதலிய தொலைவிலுள்ள இடங்களுக்கு இட்டுச்சென்று அவ்விடங்களில் நடைபெறுவதை

நேரில் காணச் செய்யலாம். சோப்பு செய்தலையும் காகிதம் செய்தலையும் தீக்குச்சிகளைச் செய்தலையும் வெறும் ஏட்டுப்படிப்பாக வகுப்பறைகளில் கற்பதைவிட அவை உற்பத்தி செய்யப்படும் இடங்களுக்கே சென்று அவைபற்றிய தகவல்களை நேரில் அறிதல் பெரும் பயன் விளைக்கும். பாற்பண்ணை, கோழிப்பண்ணை, வேளாண்மைப் பண்ணை முதலிய இடங்களில் நடைபெறும் செயல்களை நேரில் கண்டறிவதில் மாணாக்கர்களுக்கு ஆர்வம் அதிகம் இருக்கும்; நேரில் பார்ப்பதால் உண்மையான நிலைத்த அறிவும் உண்டாகும்.

மாணாக்கர் குறிப்பு: சுற்றுலா செல்லும்பொழுது மாணாக்கர்கள் பல்வேறு நிகழ்ச்சிகளைக் காண்பர்; பல்வேறு காட்சிகளைப் பார்ப்பர். வேறு வழிகளிலும் பல தகவல்கள் அவர்களுக்குக் கிட்டும். அவற்றையெல்லாம் அவ்வப்பொழுதே தத்தம் குறிப்பேடுகளில் குறிக்கும் பழக்கத்தை வளர்த்தல் வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக பூக்கள், பிராணிகள்பற்றி அறியும் தகவல்களை இவ்வாறு குறித்துக்கொள்ளச் செய்யலாம்.

பூக்கள்பற்றிய விவரம்

1. கண்ட இடம், தேதி:
2. தாவரத்தின் அளவு:
3. நிலத்தின் தன்மை:
   (வயலா, காடா, சோலையா, மண்பூமியா, மணல் தரையா என்ற விவரம்)
4. பூக்கள்: (இனம், அளவு, நிறம், வடிவம், இதழ்களின் எண்ணிக்கை முதலியவை.)
5. இலைகள்: (இனம், தன்மை முதலியவை.)
6. பழம், காய்: (இனம், வடிவம், நிறம்......)
7. வேர் போன்றவை:

பறவைகளைப்பற்றிய விவரம்

1. கண்ட இடம், தேதி:
2. அளவு:
3. வசிக்கும் இடம்பற்றிய விவரம்:
4. நிறம்பற்றிய தகவல்கள்:
5. அலகு, கால், வால், இறகுகள்பற்றிய விவரங்கள்:
6. கவனத்திற்குரிய பிற பண்புகள்:
7. பறக்கும் விதம்: (நேராக, வளைந்துவளைந்து, பாய்ந்து, சரிந்து முதலிய விவரம்.)
8. நடை: (நடத்தல், தாவுதல், ஓடுதல் முதலிய விவரம்.)
9. ஒலிக்குறிப்பு:
10. உணவு:

11. கூடு : (பொருள்கள், கட்டடம், கண்ட இடம் - மரக்கிளை, பொந்து, மலை இடுக்கு.)
12. முட்டைகள் : (எண், அளவு, நிறம் முதலிய விவரம் போன்றவை.)

மாணுக்கரின் வயது, அறிவுநிலை, பட்டறிவு முதலியவற்றிற்கேற்ப இத் தலைப்புகள் மாறுபடும். செல்லும் இடங்களுக்கேற்பவும் காணும் துறைகளுக்கேற்பவும் இவை அமைதல் கூடும்.

சுற்றுலாவில் ஆசிரியரின் பொறுப்பு : சுற்றுலாக்களை அமைப்பதில் ஆசிரியர் பெருங் கவனம் செலுத்துதல் வேண்டும் ; ஒவ்வொரு சிறு நிகழ்ச்சியையும் திட்டமிட்டுச் செய்தல் வேண்டும். அறிவியல் கழகத்தின் ஆதரவில் இதனை மேற்கொள்ளலாம். செல்லும் இடங்களைப்பற்றியும் காணும் நிகழ்ச்சிகளைக்குறித்தும் ஆசிரியர் முன்னரே அறிந்திருந்தால் சாலப் பயன் தரும். சுற்றுலாக்கள் வெறும் களியாட்டம்போல் இல்லாதிருக்க வேண்டுமானல் அஃது ஆசிரியர் போடும் திட்டம், மேற்கொள்ளும் ஆலோசனை ஆகியவற்றைப் பொருத்தது. சுற்றுலாக்களை நடத்துங்கால் செலவுக்கு முன் போதனை, செலவின்பொழுது போதனை, செலவிற்குப் பின் போதனை என்ற மூன்று பிரிவுகளாக வகுத்துக்கொள்ளலாம். இன்ன நோக்கத்துடன் செலவு நடைபெறுகின்றது என்பதையும், மாணுக்கர்கள் இன்னின்ன காட்சிகளைக் காணல்வேண்டும், இன்னின்னவற்றை ஆராய்ந்தறிதல் வேண்டும் என்பதையும் முன்னரே வகுப்பிலேயே ஆசிரியர் விளக்கிவிட வேண்டும். இவ்விளக்கம் மாணுக்கரின் அறிவு நிலை, கற்கும் வகுப்பு நிலை ஆகியவற்றிற் கேற்றவாறு மாறுபடும். செலவின்பொழுது அவர்கள் பேனுக்கத்தி, உருப்பெருக்கி, சிறிய குறிப்பேடு, எழுது கோல்கள், கித்தான் பை, மை ஊறுந்தாள், மாற்று உடைகள் போன்ற பொருள்களை மறவாமல் எடுத்து வருதல் அவசியம் என்பதை உணர்த்த வேண்டும். செலவின்பொழுது இயற்கைப் பொருள்களை அவர்கள் விருப்பம்போல் கண்டு களிக்க ஆசிரியர் இசைவு தருதல் இன்றியமையாதது. பொருள்களை நேரில் காணும்பொழுது மாணுக்கர் களுக்கு ஏற்படும் ஐயங்களை ஆசிரியர் ஆங்காங்கே அகற்றுதல் வேண்டும். தாம் பார்த்தவற்றைப்பற்றிச் சிறு குறிப்புகள், விளக்கப் படங்கள் முதலியவற்றைக் குறிப்பேடுகளில் அவ்வப்பொழுதே குறித்துக்கொள்ளச் செய்தல் நலம். செலவின்பொழுது பள்ளிப் பொருட்காட்சிக்குப் பயன்படக்கூடிய பொருள்களைச் சேகரிக்கும்படியும் தூண்டலாம். செலவு முடிந்து திரும்பிய பிறகு வகுப்பில் மாணுக்கர்கள் தாம் கண்டவற்றைப்பற்றி உரையாடியும் அவர்கள் புரிந்துகொள்ளும் திறனையறியும் வினக்களை விடுத்தும் கண்ட பொருள்களைப்பற்றித் தொகுத்தறியச் செய்தல் வேண்டும். அவற்றைப்பற்றிக் கட்டுரைகள் வரையச் செய்தல், படத்தொகுப்பு ஒட்டி தயார் செய்தல், பள்ளி

இதழுக்குக் கட்டுரை வரைந்து அவற்றை ஓவியங்களால் விளக்கம் தரச்செய்தல், பொம்மைகளை ஆக்கச் செய்தல் போன்ற செயல்களில் மாணுக்கர்களை ஈடுபடுத்திஞல் சுற்றுலாக்களின் முழுப்பயனையும் அடைய முடியும்.

3. **பழம் பொருட்காட்சி நிலையம்:** பள்ளிக்கு மிகவும் இன்றியமையாத உறுப்பாக இருப்பது பழம் பொருட்காட்சி நிலையமாகும். இதையும் அறிவியல் கழகத்தின் பணியாகவே மேற்கொள்ளலாம். கல்விச்செலவுகளில் இயற்கைப் பொருள்களை நேரில் கண்டறியும் வாய்ப்பு கிடைக்கின்றது; அங்ஙனம் வெளியில் செல்ல முடியாத பொழுதும், பிற சமயங்களிலும் பொருள்களை நேரில் பார்ப்பதற்குப் பழம் பொருட்காட்சி நிலையம் வாய்ப்பினை நல்குகின்றது. அறிவியல் தரை நூல், வரலாறு போன்ற பாடங்களைக் கற்பதற்குப் பழம் பொருட்காட்சி நிலையம் பெரிதும் துணையாக இருக்கின்றது. ஆசிரியரின் வாய்மொழி விளக்கத்தால் அறிவதைவிடப் பொருள்களை நேரில் காண்பதால் மாணுக்கர்கள் பெறும் அறிவில் தெளிவு பிறக்கும். கற்றலிலுள்ள கேள்வி, காட்சி, செய்தறிதல் ஆகிய மூன்று கூறுகளில் பின்னிரண்டும் பள்ளிப் பழம் பொருட்காட்சி நிலையத்தில் கிட்டுகின்றன என்று சொல்லலாம். மாணுக்கர்களிடம் காணப்பெறும் இயல்பூக்கங்களில் திரட்டூக்கம், கட்டூக்கம் ஆகிய இரண்டு இயல்பூக்கங்களும் அவற்றுடன் முறையே தோன்றும் உடைமை, படைப்பு என்ற மனவெழுச்சிகளும் சிறந்த முறையில் செயற்படுவதற்குப் பள்ளிப் பொருட்காட்சி நிலையம் பல வாய்ப்புகளை நல்குகின்றது.

மேலும், பழம் பொருட்காட்சி நிலையம் மாணுக்கர்களிடையே சமூக உணர்வை வளர்க்கின்றது. பொருள்களைச் சேகரிப்பதில் மாணுக்கர்கள் குழுவாக இயங்குவதற்குரிய தூய்மை ஒழுங்கு முதலிய நற்பழக்கங்களை நல்கி அரிய கைத்திறன்களை அவர்களிடம் வளர்க்கின்றது. மாணுக்கர்கள் இயற்கையுலகைப்பற்றிப் பரந்த அறிவைப் பெறுகின்றனர். விடுப்பூக்கத்தைத் தூண்டிவிட்டு மேலும் மேலும் கற்க வேண்டும் என்ற ஆர்வத்தை எழுப்பிவிடுகின்றது.

ஆசிரியரும் தான் கற்பிப்பவற்றை உண்மைத்தன்மை மிளிருமாறு கற்பிக்கலாம்; கற்பிக்கும் பாடமும் வெறும் ஏட்டுச் சுரைக்காயாக இராது வாழ்க்கையுடன் பிணைந்து செல்வதற்குத் துணையாக உள்ளது. மாணுக்கர்-ஆசிரியர் உறவு சிறந்த முறையில் அமைவதற்குப் பழம் பொருட்காட்சி நிலையம் பல்வேறு வாய்ப்புகளை நல்குகின்றது.

பொருள்களைச் சேகரித்தல்: பள்ளிப் பழம் பொருட்காட்சி நிலையத்திலுள்ள பொருள்கள் பெரும்பாலும் மாணுக்கர்கள், ஆசிரியர்கள் முயற்சியால் சேர்க்கப்பெற்றுல் நன்று. இயன்ற வரை விலை கொடுத்து வாங்கும் பொருள்களைத் தவிர்த்தல் வேண்டும். மட்டமான பொருள்களைப் பொருட்காட்சி நிலையத்தில் வைத்தல் ஆகாது.

காலத்தாலும் பயன்படுத்துவதனுலும் தேய்ந்து கெட்டுப் போன பொருள்களையும் அவ்வப்பொழுது அகற்றி அவற்றிற்குப் பதிலாகப் புதுப்பொருள்களை வைத்தல் வேண்டும். பள்ளிக்கருகிலுள்ள இடங்களில் காணப்பெறும் அருமையான பொருள்களையும் பிற இடங்களிலிருந்து கிடைத்தற் கரியனவும், மனக்கவர்ச்சிதர வல்லனவுமான நல்ல பொருள்களையும் பொருட்காட்சி நிலையத்தில் வைத்தலால் பெரும் பயனை எதிர்பார்க்கலாம். நடைமுறையில் மாணுக்கர்கள் பிராணி வகைகள், தாவர வகைகள், கனிப்பொருள் வகைகள், கைத்தொழில் பொருள்கள், சில அரிய பொருள்கள் என்ற பலவகைப் பொருள்களைச் சேகரிக்கலாம்.

சிறுவர்களிடம் திரட்டூக்கம் மிக அழுத்தமாக அமைந்துள்ளது. அதை நல்ல முறையில் செயற்பட வைக்க வேண்டுமானுல் ஆசிரியர் விழிப்புடன் அவர்களை வழிப்படுத்துதல் வேண்டும். கருணையின்றி பறவை முதலியவற்றின் கூடுகளிலிருந்து களவாடுதல், உயிருடனிருக்கும் பறவைகளின் சிறகுகளைப் பிடுங்குதல், ஒரு நோக்கமுமின்றிச் சேர்க்கும் நோக்கத்திற்காகமட்டிலும் தாவரப் பொருள்களைச் சேர்த்தல், இரக்கமின்றிப் பூச்சி முதலியவைகளை வதைத்தல் போன்றவற்றில் அவர்கள் இறங்காது பார்த்துக்கொள்ளல் வேண்டும்; அவ்வாறு செய்தல் மிகவும் தவறு என்பதையும் வலியுறுத்தி உரைக்க வேண்டும். பொருள்களைச் சேர்ப்போர் ஒரு நோக்கத்தின் பொருட்டே சேர்க்க வேண்டும். என்ன சேர்க்கின்ருேம், எதற்காகச் சேர்க்கின்ருேம் என்பதை அவர்கள் உணர்ந்து திரட்டினுல்தான் முழுக் கல்விப் பயனையும் எய்தமுடியும்.

பொருள்களைப் பாதுகாக்கும் முறைகள் : பல்வேறு வழிகளில் சேகரித்துப் பொருள்களைப் பாதுகாத்து வைப்பது பெரும் பொறுப்பாகும். ஈர முறையிலும் உலர்ந்த முறையிலும் பொருள்களைப் பாதுகாக்கலாம்.

ஈர முறை : ஈர முறை மிகத் திறமையாகக் கையாளப்பட வேண்டியதொன்று. நீர்த் தாவரங்களாக இருந்தால், அவை இருந்த நீரைக் கொணர்ந்து அதில் 2% ஃபார்மலினைக் (Formalin) கரைத்து அந்தக் கரைசலில் அப்பொருள்களைப் போட்டு வைத்தல் வேண்டும். 1% குருமியச் சினையமும் 1% ஃபார்மலினும் கலந்த கரைசலையும் பயன்படுத்தலாம். பெரிய தாவர வகைகளைப் பாதுகாப்பதில் 3—5% ஃபார்மலின் கரைசலைப் பயன்படுத்துதல் வேண்டும்.

வெவ்வேறு பிராணிஇனப் பொருள்களுக்கு வெவ்வேறு வித ஃபார்மலின் கரைசலைப் பயன்படுத்துதல் வேண்டும். புழுக்கள், மிகச் சிறிய பிராணிகள் போன்றவற்றை 5% ஃபார்மலின் கரைசலிலும், மீன், பாம்பு போன்றவற்றை 10% கரைசலிலும் போட்டு வைத்தல் வேண்டும்.

ஃபார்மலின் மலிவாகக் கிடைப்பதால் அதை அதிகமாகப் பயன்படுத்து கின்றனர். இக் கரைசல் பிராணிகளின் உயிரணுத் தொகுப்பில் ஊடுருவிச் செல்லாததால் பிராணிகள் அழிந்து நாற்றமெடுத்துக் கெட்டுவிடும். சில நாட்களில் பிராணிகள் சுருங்கிவிடும். ஃபார்மலின் கரைசலில் பச்சை நிற அணுக்கள் கரைவதால் பச்சைப் பாம்பு போன்ற பிராணிகளை அதில் வைத்துப் பாதுகாக்க முடியாது.

ஃபார்மலின் கையாளப்படுவதற்கு முன்னர் மெதிலேறு ஸ்பிரிட்டைப் (எரிநீர்) பயன்படுத்தினர். அதை நீரில் கரைக்காது அப்படியே பயன்படுத்துதல் வேண்டும். பிராணிகளின் நிறத்தை மாற்றுவதாலும், தனக்கென ஒரு நிறமிருப்பதால் பிராணிகளின் நிறத்தைத் தெளிவாகக் காட்டாததாலும், பிராணிகளின் உடலில் ஊடுருவிச் செல்லாததாலும், அதைப் பயன்படுத்தாமல் கைவிட்டனர். 40—70% உள்ள ஆல்கஹாலையும் பயன்படுத்தலாம். இதனால் யாதொரு குறையும் இல்லை ; விலைதான் அதிகம்.

உலர்ந்த முறை : வெயிற் காலத்தில் இம்முறையை மேற் கொள்ளுதல் வேண்டும். இப்படிச் செய்வதால் உலர்வதும் எளிது ; காளான் வளர்ச்சியும் நேரிடாது.

தானியக் கதிர்கள், பலவித மரக்கட்டைகள், விதைகள், புற்கள், இலைகள், வேர்கள் முதலிய தாவர இனப்பொருள்களைச் சேகரித்து வைக்கலாம். இலைகள், புற்கள், பூக்கள் முதலியவற்றை மையொற்றும் காகிதத்தில் அழுத்தி வைத்துக் காயச் செய்து தொகுப்பொட்டிகளில் (Album) ஒட்டி வைக்கலாம்.

முட்டைகள், கூடுகள், இறகுகள், எலும்புக் கூடுகள், கொம்புகள், நகங்கள், சங்குகள், கிளிஞ்சல்கள், சோழிகள், பதனிட்டதோல்கள் முதலிய பிராணிஇனப் பொருள்களைச் சேர்க்கலாம். பறவைகள், பிராணிகள் முதலியவற்றின் உடலிலுள்ள உட்பாகத்தை நீக்கிப் பஞ்சடைத்துப் பாதுகாப்பாக வைக்கலாம்.

தாதுஇனப் பொருள்களாக வண்டல் மண், கரிசல் மண், களிமண், செம்மண், உவர்மண் ஆகிய மண்வகைகளையும் ; பெருமணல், பொடி மணல், கருமணல், வெண்மணல், செம்மணல் முதலிய மணல்வகைகளை யும் ; கூழாங்கல், கருங்கல், சலவைக்கல், மாக்கல், சந்தனக்கல் முதலிய கல்வகைகளையும் சேர்த்து வைக்கலாம். மாணுக்கர்கள் செய்யும் களிமண்வேலை, காகிதவேலை, அட்டைவேலை, மரவேலை, நெசவுவேலை முதலியவைபற்றிய கைத்தொழிற் பொருள்களையும், உள்ளூர்க் கைத்தொழிற்சாலைகளில் செய்யப்படும் பிறபொருள்களையும் பொருட்காட்சி நிலையத்தில் வைக்கலாம். தபால் பில்லைகள், பலநாட்டு நாணயங்கள், தீப்பெட்டிப் படங்கள், வரலாற்றுப் படங்கள், இயற்கைக் காட்சிப் படங்கள், ஓவியவேலைகள், சிற்பவேலைகள்

முதலியவற்றையும் இங்கு வைக்கலாம். பள்ளித் தொழிற்சாலையில் செய்யப்பெறும் நீராவிப்பொறி, தொலைபேசி, மின் ஆக்கப்பொறி, மோட்டார் பொறி முதலியவைகளையும் மெக்கானோவைக்கொண்டு செய்யப்பெறும் பிற சாதனங்களையும் இங்கு வைக்கலாம்.

இவ்வாறு சேகரித்த பொருள்கள் யாவற்றையும் தூசு படாதவாறு பெட்டிகளிலும் அலமாரிகளிலும் பாதுகாப்பாக வைத்தல் வேண்டும்.

பொருள்களை ஒழுங்குபடுத்தி அமைத்தல் : ஏராளமான பொருள் களைத் திரட்டி வைத்துவிட்டால் அது பொருட்காட்சி நிலையம் ஆகி விடாது. சேமித்த பொருள்களை வகைப்படுத்தி ஒருவித ஒழுங்கில் வரிசையாக அமைத்தல் வேண்டும். பள்ளிப் பொருட்காட்சி நிலையத் தில் பொருள்களை அமைப்பதில் மூன்று கூறுகளை நினைவில் வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். அமைப்பு பார்ப்பதற்குக் கவர்ச்சியுடையதாக இருத்தல் வேண்டும். வகுப்புத் தேவைக்குப் பயன்படும்படியான முறையில் அமைக்கவும் வேண்டும். பொருள்களைச் சூழ்நிலையில் இருப்பன போலவும் அமைக்கலாம்.

கண் கவர் அமைப்பு : நல்ல ஒளி, நிறைந்த சாளரங்கள், வாயில்கள் உள்ள விசாலமானதோர் அறையைத் தேர்ந்தெடுத்து, அதில் பொருட்காட்சியை அமைத்தல் வேண்டும். அறையில் வைக்கப் பெறும் அலமாரிகள், பீரோக்கள், பிறசாதனங்கள் யாவும் தேக்குமரம் அல்லது கருங்காலி மரத்தால் செய்யப்பெற்றிருத்தல் வேண்டும். அவற்றை நன்குக மெருகேற்றி வைத்தல் வேண்டும். அவற்றிற் கிடையே நடமாடுவதற்குத் தாராளமான இடம் இருக்குமாறு அமைக்க வேண்டும். கண்ணாடிச் சாடிகள் ஏறக்குறைய ஓர் அளவானவைகளாக இருந்தால் அழகாக அமைப்பதற்கு வசதியாக இருக்கும். சாடிகளுக்குக் கண்ணாடி மூடி அல்லது தக்கை மூடி அமைத்தல் நலம் ; தகரமூடி கூடாது ; உள்ளிருக்கும் திரவம் எளிதாக ஆவியாகாதிருக்க தக்கை மூடியில் பாரஃபின் மெழுகைத் தடவுதல்வேண்டும். சுவரில் கிடைக்கும் இடத்தையெல்லாம் பொருள்களை வைக்கப் பயன்படுத்துதல் வேண்டும். விலையுயர்ந்த பொருள் வைக்கப்பெறும் அலமாரி, பீரோக்களைப் பூட்டி வைத்தல் வேண்டும்.

சேகரிக்கப்பெற்ற பொருள்களின் பெயர்கள் எழுதிய சீட்டுகளை அவ்வவற்றின்மீது ஒட்டுதல் வேண்டும் ; அல்லது கட்ட வேண்டும். ஒரு சீட்டைப் பொருள் வைக்கப்பெறும் இடத்திலும், மற்றொரு சீட்டைப் பொருளின் மேலும் ஒட்டவேண்டும். எழுத்து கெடாதிருப் பதற்குச் சீட்டின்மேல் மெழுகு அல்லது காகித மினுக்கெண்ணெய் அடித்துப் பாதுகாத்தல் வேண்டும். பொருள்கள் வைக்கப்பெற்றுள்ள பெட்டி அல்லது அலமாரியின்மீது நீரில் கரையாத இந்தியா மையால் பொருளின் பெயர், கிடைத்த இடம், தேதி, சேகரித்தவர் பெயர் போன்ற விவரங்களை எழுதி வைத்தல் வேண்டும்.

சில பொருள்களைக் கண்ணாடியின் மீதும் பதித்து வைக்க வேண்டும். பாம்புக் குட்டிகள் போன்ற சிறிய பொருள்களைச் சாடியின் மூடியிலிருந்து தொங்குமாறு அமைத்தல் வேண்டும். தாதுஇனப்பொருள்கள், கிளிஞ்சல், பவழம் போன்ற பொருள்கள் முதலியவற்றைக் கண்ணாடிப் பக்கமுள்ள சிறிய மரப் பெட்டிகளில் வைத்தல் வேண்டும்.

வகுப்புத் தேவை அமைப்பு : வகுப்பறைக்கு அடிக்கடி எடுத்துச் செல்லவேண்டிய பொருள்களைச் சிறிய மரப்பெட்டிகளில் பதித்து வைத்தால் எளிதாக எடுத்துச் செல்லலாம். எடுத்துக்காட்டாக பல்வேறு வகை வண்ணத்திப் பூச்சிகளையும் அவற்றின் பல்வேறு வளர்ச்சிப் படிகளையும் விளக்கும் வகையில் பொருள்களை நெட்டியை அடிப்புறமாக அமைத்த ஒரே பெட்டியில் சேர்த்துப் பதித்து வைக்கலாம். வண்ணத்திப்பூச்சி, சிலந்திப்பூச்சி, குச்சிப்பூச்சி, இலைப் பூச்சி, பச்சோந்தி போன்றவற்றை அவை வாழும் தாவரப் பகுதியுடன் எடுத்துத் தக்க முறையில் பதித்து ஒரு சிறிய அலமாரியில் வைத்தால் பிராணிகளின் தற்காப்புச் சாதனங்களை விளக்குவதற்குப் பயன்படுத் தலாம். இவ்வாறு வகுப்பில் நடைபெறும் பாடங்களுக் கேற்றவாறு அமைத்து வைத்தால், அவற்றை வகுப்பறைகளில் எளிதாகக் காட்ட வசதியாக இருக்கும்.

சூழ்நிலை அமைப்பு : செருமானியர் இம்முறையில் அமைப்பதைச் சிறப்பாக மேற்கொள்கின்றனர். ஓர் அறையில் வனத்தின் இயற்கைச் சூழ்நிலையைக் காட்டவல்ல வண்ணத் திரையைப் பின்னணியாக அமைத்து அதன் முன்புறத்தில் சிங்கம், புலி, சிறுத்தை, மான், அவற்றின் குட்டிகள் முதலியவற்றின் உடல்களை அழகான முறையில் வைப்பர். இந்த அமைப்பு பிராணிகள் வாழும் இயற்கைச் சூழ்நிலையை எளிதாக விளக்குதல்கூடும். புதர்கள், பொந்துகள் போன்ற காட்சிகளை அமைத்த சாதனத்தைப் பின்னணியாக வைத்து அவற்றிற்கு முன்புறம் ஒரு மரக்கிளையை அமைத்து அதில் பஞ்சடைத்த பறவைகளின் உடல்கள், அவற்றின் கூடுகள், முட்டை கள் முதலியவற்றைப் பொருத்தி வைப்பர். ஒரு மலையையும் அதிலுள்ள நீர் நிலையையும் காட்டும்படியான படத்தைப் பின்னணியாக அமைத்து அதன் முன்புறம் தாவரஇனப் பொருள்களையும் பிராணி இனப் பொருள்களையும் அழகாக வைக்கலாம்.

உயிருள்ள பிராணிகள் : பள்ளிப் பொருட்காட்சி நிலையத்தில் செல்வப் பிராணிகளை வளர்த்தலையும் ஒரு பகுதியாகச் சேர்க்கலாம். பூனை, நாய், முயல், புறா, மைனா, கோழி முதலியவற்றை இங்கு வளர்க் கலாம். தேன்கூடு அமைத்துத் தேனீ வளர்த்தலையும் மேற்கொள்ள லாம்.

நீர்ப் பிராணிகளையும் வளர்க்கலாம். ஒரு பெரிய கண்ணாடித் தொட்டியின் அடியில் புதுமணலையும் சிறு கூழாங்கற்களையும் பரப்பி அதில் நீர்ப்பாசிகளையும், நீர்ச்செடிகளையும் வளரச் செய்து மீன்கள், தவளைகள் முதலிய பிராணிகளை வளர்க்கலாம். பள்ளித் தோட்டத்திலுள்ள தண்ணீர்த் தொட்டிகளிலும் இவ்விதப் பிராணிகளை வளர்க்கலாம், தொட்டிகளிலுள்ள நீரை அடிக்கடி மாற்றுவது மிகவும் இன்றியமையாதது.

கண்ணாடிப் போத்தல்களில் ஈரமண்ணை வைத்து அதில் மண்புழு போன்ற புழுக்களை வளர்க்கலாம். கம்பளிப்பூச்சி, கீரைப்புழு முதலியவற்றை 2 அடி நீளமும் 1 அடி அகலமுமுள்ள ஒரு கள்ளிப் பெட்டியில் வளர்க்கலாம். பெட்டியின் முன்புறத்தில் கண்ணாடியையும் பின்புறத்தில் சல்லடைக்கண் போன்ற துவாரங்களுள்ள துத்தநாகத் தகட்டையும் பொருத்தி வைத்தல் வேண்டும். இப்பெட்டிக்குள் இலைகளையும் தழைகளையும் போட்டுக் கம்பளிப்பூச்சி, இலைப்புழு முதலியவற்றை வளர்க்கலாம்; அவைகள் உருமாறி வண்ணாத்திப் பூச்சிகளாகவும் அந்துப் பூச்சிகளாகவும் மாறுவதைக் கவனிக்கச் செய்யலாம்.

பள்ளிப் பொருட்காட்சி நிலையம் நன்முறையில் அமைவதற்கு மூன்று நிலைகள் சரியாக அமைதல் வேண்டும். பொருட்காட்சி சாலைக்குத் தக்கவர் ஒருவர் பொறுப்பாளராக அமைய வேண்டும்; பொருள்களைக் காப்பதற்கும் சேகரிப்பதற்கும் ஆண்டுதோறும் பணம் செலவழிக்க வேண்டும்; பொருள்களை வைப்பதற்குச் சரியான அறை வேண்டும். அந்த அறையை வேறு எதற்கும் பயன்படுத்தக் கூடாது. இம் மூன்று நிலையும் சரியாக அமைந்தால் பள்ளிப்பொருட்காட்சி நிலையம் பாங்குற அமைந்து பல்லாற்றானும் சிறப்புற்று விளங்கும். அரசாங்கப் பொருட்காட்சி நிலையத்தைக் கண்காணிப்போர், உள்ளூர்க் கைத்தொழில் வல்லுநர்கள் முதலியவர்களின் துணையையும் ஆலோசனையையும் மேற்கொண்டால் இஃது இன்னும் சிறக்கும்.

4. பொருட்காட்சி: ஒவ்வோர் ஆண்டிலும் ஒரு தடவையாவது பள்ளி வேலைகளில் அக்கறையுள்ளவர்களையும் பிறரையும் வருவித்து பள்ளியின் பல்வேறு நடவடிக்கைகளைக் காட்டுதல் என்ற வழக்கம் நடைமுறையில் இருந்து வருகின்றது. இத்தகைய சந்தர்ப்பங்களில் பள்ளியிலுள்ள அறிவியல் துறை பெரும் பங்கு எடுத்துக்கொள்ளலாம். அறிவியல் துறையிலுள்ள துணைக்கருவிகளைக் கொண்டு பல்வேறு கவர்ச்சிகரமான சோதனைகளைக் காட்டலாம்; பழம் பொருட்காட்சி நிலையத்திலுள்ள பொருள்கள் யாவற்றையும் கண்கவர் முறையில் 'கொலு'வாக அணிசெய்து காட்டலாம். விழாவின் செயல்கள் அனைத்தையும் அறிவியல் கழகத்தின் ஆதரவில் மேற்கொண்டு செய்தால் அனைத்தையும் எளிதில் நிறைவேற்றலாம்;

நிறைந்த கல்விப் பயனையும் அடையலாம். அறிவியல் துறை செயல் முறையாதலால் பிற துறைகளில் காட்ட முடியாத பல்வேறு செயல் களைக் காட்டிப் பார்வையாளர்களின் மனத்தைக் கவரலாம். மாணாக்கர்களாலேயே ஆயத்தம் செய்யப்பெறும் இத்தகைய பொருட் காட்சியில் மாணாக்கர்களால் காட்டப்பெறும் சோதனைகளின் தாற்பரியத்தை அவர்கள் தெளிவாக அறியவும் கையாளும் முறை களைப் புரிந்து கொள்ளவும் வாய்ப்புகள் கிடைக்கின்றன. கூர்த்த மதியுடைய அறிவியல் ஆசிரியர் இவ்வுண்மையை நன்கறிந்து இத்தகைய சந்தர்ப்பங்களை முழுமனத்துடன் வரவேற்கின்றார்.

இக்காட்சி நடைபெறுங்கால் காட்டப்பெறும் சோதனைகளை யெல்லாம் பட்டியல் போட்டுக் காட்ட இயலாது. அநுபவத்தில்தான் ஆசிரியர்கள் அவற்றைத் தெரிந்துகொள்ளுதல் வேண்டும். மேனாடுகளி லிருந்து வெளிவரும் பல்வேறு அறிவியல் நூல்களையும், அறிவியல் களஞ்சியங்களையும் பார்த்துப் பலவற்றைத் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

சோதனைகளை விளக்கும் முறை : அறிவியல் பொருட்காட்சியை வெறும் களியாட்டமாகக் கொள்ளாது பொது மக்களுக்கும் பெற்றோர் களுக்கும் பல அறிவியல் மெய்ம்மைகளைப் புலப்படுத்தும் நோக்கமாகக் கொள்ளல் வேண்டும். ஒரே சோதனையைப் பல்வேறு விதமாகக் காட்டலாம். எடுத்துக்காட்டாக, பல்வேறு அளவுகளுள்ள தந்துகிக் குழாய்களை வரிசையாக வண்ண நீரில் வைத்தால், நீர் வெவ்வேறு மட்டங்களில் ஏறி நிற்பதைக் காணலாம். இப் பரிசோதனையின் தலைப்பில் "தந்துகித்தன்மை" என்று எழுதி வைத்தால் யாருக்கு என்ன தெரியும்? வகுப்பில் இதைப்பற்றிப் பயிலாத மாணாக்கர் களாவது ஏதாவது அறிந்துகொள்ள முடியுமா? கீழ்க்கண்டதைப் போன்ற சுவரொட்டியால் அனைவரும் விளக்கம் பெறுதல்கூடும்.

நீர் சிறுகுழல்களில் ஏறுவது ஏன் ?

நுண்ணிய கண்ணாடிச் சின்னங்கள் நுண்ணிய நீர்ச் சின்னங்களை ஈர்க்கின்றன. குழல் குறுகி இருந்தால், நீர்ப்பிழம்பு அதிக எடை இராது ; ஆகவே, நீர் அதிக உயரத்திற்கு ஈர்க்கப் படுகின்றது. பயிர்களும் மரங்களும் இத்தகைய மிகச் சிறிய குழல்களைக் கற்றைக் கற்றையாகப் பெற்றுள்ளன. இவை வேர்களிலிருந்து இலைகள் வரையிலும் நீரை ஏற்றுகின்றன.

இம்மாதிரியே ஒவ்வொரு சோதனையையும் சுவை தரும்படி விளக்கிக் காட்டலாம்.

மாணுக்கர்களின் பணி : ஒவ்வொரு வகுப்பிலும் திறமையான மாணுக்கர்களைப் பொறுக்கி எடுத்துச் சில முக்கிய சோதனைகளைப் பார்வையாளர்களுக்கு விளக்கம் செய்யும் பொறுப்பினைத் தருதல் வேண்டும். விழாவில் கொண்டுள்ள உற்சாகத்தால் மாணுக்கர்களின் விளக்கம் தொடர்பற்று இருக்கக்கூடும். எனவே, பொருட்காட்சிக்கு முன்னதாக ஒரு சோதனையையாவது ஒத்திகை செய்து பார்க்க வேண்டும் ; எல்லா மாணுக்கர்களும் இந்த ஒத்திகையில் கலந்து கொள்ள வேண்டும். விளக்கும் பொறுப்பை மேற்கொள்வோர் 'விளக்க அட்டைகளி'லுள்ளவற்றை அடிக்கடி படித்துப் பார்ப்பதாலும், சொல்லிப் பார்ப்பதாலும், பிறருக்கு விளங்க வேண்டும் என்று மாணுக்கர்கள் எண்ணி ஒத்திகைபோட்டுப் பார்ப்பதாலும், சோதனைகளின் உண்மைப் பொருளை நன்கு உணர்ந்து கொள்வர்.

ஒரு கல்லில் இரண்டு மாங்காய் : பழம் பொருட்காட்சி நிலையத்திலுள்ள படங்கள், விளக்கப் படங்கள், வரிப் படங்கள், பொம்மைகள் முதலியவற்றை அப்படியே கொண்டு வந்து 'கொலு' வைத்துவிடலாம். எடுத்துக்காட்டாக காது, கண், மூளை, வயிற்றிலுள்ள உறுப்புகள், மார்புக் கூட்டிலுள்ள உறுப்புகள் ஆகியவற்றின் பொம்மைகள் எல்லோர் மனத்தையும் கவரக்கூடும். உற்சாகமுள்ள ஆசிரியர்கள் சில சோதனைகளை 'மந்திர சக்தி'போல் ஏற்பாடுசெய்து காட்டலாம். வல்லவனுக்குப் புல்லும் ஆயுதமல்லவா ? ஒரு கல்லில் இரண்டு மாங்காய்களை விழச்செய்வதுதானே திறமைக்கு அழகு ?

5. அறிவியல் ஈடுபாட்டுக் கலைகள் : கல்வி, கைத்தொழில் மனப் பான்மையை நல்கவேண்டும் என்று கல்வி அறிஞர்கள் கூறிவருகின்றனர். அறிவியல் ஆசிரியர் இத்துறையில் பெரும்பணி ஆற்றலாம் ; அறிவியல் துறையைச் சார்ந்த பல்வேறுவகை ஈடுபாட்டுக் கலைகளை மாணுக்கர்கட்கு எடுத்து விளக்கினுல் அவர்கள் அவற்றில் மிக உற்சாகத்துடன் ஈடுபடுவர் ; நல்ல முறையிலும் காலத்தைக் கழிப்பர். தொடக்கத்தில் செலவு அதிகம் ஏற்படாத ஒன்றிரண்டு கலைகளைப் பள்ளியில் தொடங்க ஏற்பாடு செய்யலாம். ஒரே சமயத்தில் பல கலைகளைத் தொடங்குவது உசிதமல்ல ; விரும்பத் தக்கது மன்று. ஏனெனில், எல்லாவற்றையும்பற்றி ஆசிரியர் மாணுக்கர்களுக்குப் பயன்பெறும் வகையில் குறிப்புகளைத் தருதல் இயலாது ; அதற்கு நேரமும் இராது.

பல்வேறு கலைகள் : மை செய்தல், சோப்புச் செய்தல், எண்ணெய்களைத் தூய்மையாக்கல், வாசனை எண்ணெய்களைத் தயாரித்தல், பற்பொடி செய்தல், முகப்பசை செய்தல், சாக்கடை மருந்து செய்தல், கறைகளை நீக்கல், நகமெருகுப் பொருள் செய்தல், மரமெருகுப் பொருள் செய்தல், ஒளிப்படக்கலை, கரும்பலகைப் பூச்சுப் பசை தயாரித்தல், வண்ணப் பொருள்களை மினுக்கெண்ணெயில் ஏற்ற

அளவில் கலத்தல், இரட்டுத்துணி செருப்பு மெருகு செய்தல், சிமைச் சுண்ணும்புக் காம்பு செய்தல் போன்றவற்றை அறிவியல் ஈடுபாட்டுக் கலைகளாகக் கொள்ளலாம். தோட்டம் போடுதல், தேனீ வளர்த்தல் போன்றவற்றையும் ஈடுபாட்டுக்கலைகளாகக் கருதலாம். மாணுக்கரின் அறிவுநிலை, பள்ளியிலுள்ள வசதிகள், பெற்ருேர்களின் பொருளாதார நிலை ஆகியவற்றிற்கேற்றவாறு ஆசிரியர் ஈடுபாட்டுக்கலைகளை மாணுக்கர்களிடம் வளர்த்தல் வேண்டும். மாணுக்கர்கள் பாடநேரங்களில் இவற்றைப்பற்றிய குறிப்புகளை அறிந்து ஓய்வு நேரங்களில் செயலில் இறங்குதல் வேண்டும்.

6. **வாஞெலி :** இன்றைய வாழ்வில் வாஞெலியின் சேவையை விரித்துரைக்கத் தேவையில்லை. சிறுவர்கள்முதல் முதியவர்வரை தோட்டிமுதல் தொண்டைமான்வரை வாஞெலி நிகழ்ச்சிகளைக் கேட்டுச் சுவைக்கின்றனர். இவ்வாறு சுவை பயக்கும் நிகழ்ச்சிகளை ஒரே சமயத்தில் கோடிக்கணக்கான மக்கள் கேட்பதற்கு வாய்ப்பளிக்கும் சாதனம் கல்வித் துறையிலும் சிறந்த முறையில் பயன்படுத்தப்பெற்று வருகின்றது. வாஞெலி நிகழ்ச்சிகளில் 'கல்வி ஒலிபரப்பு' ஒரு முக்கிய பகுதியாகும். நாடோறும் அறிவியல் துறையில் அறிவியல் அறிஞர்களின் வாழ்க்கை வரலாறுகள், புதிய கண்டுபிடிப்புகள், உடல் நலம் பற்றிய குறிப்புகள், நோய்தடுக்கும் முறைகள், நவீன சிகிச்சை முறைகள், உற்பத்திப் பெருக்கங்கள், கைத்தொழில் முறைகள் முதலிய பகுதிகள் மாணுக்கர்களின் நன்மை கருதிச் சிறந்த பட்டறிவு பெற்ற அறிஞர்களின் துணைக்கொண்டு ஒலிபரப்பப்பெற்று வருகின்றன. பாடநூல்களிலும் பிற இடங்களிலும் காணமுடியாத பல புதுமையான செய்திகளை வாஞெலிப் பேச்சுகளில் கேட்டு அறியலாம். மிக அண்மையில் கண்டறியப்பெற்ற புதுமைகளையும் வாஞெலியில் தெரிந்துகொள்ள வாய்ப்புண்டு. அவற்றை எவ்வாறு பயனுள்ள முறையில் மாணுக்கர்கட்குக் கிட்டச் செய்வது என்பதுபற்றிய ஒரு சில குறிப்புகளை ஈண்டு தருவோம்.

வகுப்பு முறை : கல்வி அறிஞர்கள் கற்பித்தலில் வரையறுத்துள்ள ஆயத்தம், கேட்டல், முடிவு என்ற மூன்று நிலைகளும் வாஞெலிப் பாடத்திற்கும் பொருந்தும். ஒலிபரப்பப்பெறும் பொருள்களுக்கேற்பவும் அவற்றைச் செவிமடுக்கும் மாணுக்கரின் அறிவுநிலை, வயது ஆகியவற்றிற்கேற்பவும் ஒவ்வொரு நிலையும் மாறக்கூடும். வாஞெலி சிறந்ததொரு கற்பிக்கும்வாயிலாக அமைவதெல்லாம் அதைப் பயன்படுத்தும் திறனைப் பொருத்தது என்றே சொல்லவேண்டும். வாஞெலி நிகழ்ச்சிகளை வகுப்பறைகளில் பயன்படுத்தும் முறைகளை விளக்கும் பல நூல்கள் ஆங்கிலத்தில் வெளிவந்துள்ளன. அவற்றை அறிவியல் ஆசிரியர்கள் படித்துப் பயன் பெறுவார்களாக.

1. ஆயத்தம் : வானெலிப் பாடத்தில் இந்நிலை மிகவும் இன்றியமையாதது. முதலில் வானெலிப் பெட்டியை எல்லோரும் சிரமமின்றிக் கேட்கக்கூடிய இடத்தில் அமைக்கவேண்டும். இருக்கை வசதிகள் நல்ல முறையில் அமைந்திருத்தல் வேண்டும். பிற செயல்களுக்கு மாணுக்கர்களை ஆயத்தம் செய்தல்போலவே கேட்டலிலும் மாணுக்கரின் மனநிலையைப் பக்குவப்படுத்தி வைக்க வேண்டும். மாணுக்கர்கள் கேட்கப்போகும் பொருளைப்பற்றிய ஒரு சில குறிப்புகளை முன்னரே விளக்கி அவர்கள் மனத்தைப் பக்குவப் படுத்தலாம் ; ஒரு சில கடினமான சொற்களையும் கலைச்சொற்களையும் விளக்கலாம். சிலசமயம் இதற்கென ஒரு பாடவேளையை ஒதுக்கி விளக்க வேண்டியும் நேரிடும் ; பல்வேறு சோதனைகள், விளக்கப் படங்கள் முதலியவற்றைக் காட்டி விளக்கவும் நேரிடலாம். 'கல்வி ஒலிபரப்பு' பற்றிய பொருள்களைத் திரட்டி அவை நிகழப்போகும் நாள், நேரம், பொருள்வரிசை, தலைப்புகள், அவைபற்றிய சிறு குறிப்புகள் முதலியவை அடங்கிய கையேடுகளை வானெலி நிலையத்தார் எல்லாப் பள்ளிகளுக்கும் முன் கூட்டியே அனுப்பிவைப்பதால், ஆசிரியர் பேசப் பெறும் பொருள்களைப்பற்றி முன்னதாக ஆயத்தம் செய்வதில் சிரமம் இராது.

2. செவிமடுத்தல் : இந்நிலையில் ஆசிரியர் வாளா இருக்க வேண்டியதுதான் ; வேண்டுமானல் ஒரு சில புதிய சொற்களையும், கலைச் சொற்களையும் கரும்பலகையில் எழுதலாம். கேட்கும் சூழ்நிலை நல்ல முறையில் அமைந்துள்ளதா என்பதை ஆசிரியர் கவனித்தல் வேண்டும். வகுப்பினுள்ளும் வகுப்பிற்கு வெளியிலும் கவனத்தைக் குறைக்கக்கூடிய இடையூறுகளை முன்னரே களைதல் வேண்டும். போதுமான ஒளி அமைத்தல், தேவையான காற்ருேட்டம், வானெலி யின் ஒலி அளவு, இருக்கை வசதிகள் முதலியவற்றில் ஆசிரியர் கவனம் செலுத்தினல் செவிமடுத்தல் சிறந்த முறையில் நடைபெறும். பேச்சைக் கேட்கும்பொழுது மாணுக்கர்கள் குறிப்புகள் எடுப்பதைப் பற்றிக் கருத்து வேறுபாடுகள் உள. பேசுவோரைப் பார்க்காத நிலையில் குறிப்புகளை எடுப்பதால், கேட்கப்படும் பொருளில் தொடர்பு அற்றுப்போகலாம்.

3. முடிவு : வானெலிப் பேச்சைக் கேட்ட பிறகு ஆசிரியர் பாடத் திற்கு மேற்கொள்ளும் முடிவு மிகவும் முக்கியமானது. இந்நிலையில் மூன்று நோக்கங்கள் உள: (அ) கேட்டவற்றை இன்னும் விளக்குதல் ; (ஆ) கேட்ட பொருளிலுள்ள இடைவெளிகளை நிரப்புதல் ; (இ) கேட்ட வற்றை விளக்க நேரிடுங்கால் புதிய சோதனைகளையும், படவிளக்கங் களையும் மேற்கொள்ளுதல் ஆகியவை. கேட்ட பொருளிலுள்ள இடை வெளிகளை நிரப்ப நேரிடுங்கால், வினவிடை மூலம் ஆராய்ந்து புதிதாகக் கற்பிக்கவேண்டிய பகுதிகளைச் சுட்டி, தகவல் நூல்கள், மேற்கோள்

நூல்கள் முதலியவற்றைப் படிக்குமாறு மாணுக்கர்களை ஏவலாம். கேட்டவற்றை மனத்தில் பதிய வைக்குங்கால், வாய்மொழி விஞக்கள், கட்டுரை வரைதல், கரும்பலகைச் சுருக்கம் முதலியவை நன்கு பயன் படும்.

ஒவ்வொரு வானெலிப் பாடத்திலும் நிறைந்த பயனைப் பிழிந் தெடுத்தல் ஆசிரியரின் கடமை. கேட்கும் மாணுக்கர் கேட்டவற்றைப் பல்வேறு முறைகளில் சிந்திக்கும் வாய்ப்புகளை அளித்தால் வானெலிப் பாடம் சிறந்த பயனை விளைவிக்கும்.

7. **பிம்பம் வீழ்த்து கருவிகள் :** நழுவங்கள், படச்சுருள்கள் முதலியவற்றிலுள்ள படங்களைத் திரையில் விழச் செய்வதற்குப் பல்வேறு கருவிகள் உள. அவற்றுள் படம்பெருக்கி, எபிஸ்கோப்பு, எபிடயாஸ் கோப்பு, ஃபிலிம்ஸ்டிரிப் புரொஜெக்டர், மைக்ரோ புரொஜெக்டர் ஆகிய கருவிகள் அசையாப் படங்களைத் திரையில் வீழ்த் தவும், ஃபிலிம் புரொஜெக்டர் அசையும் படங்களைத் திரையில் வீழ்த்த வும் பயன்படுகின்றன. ஃபிலிம் புரொஜெக்டரில் நிழற் படங்களையும் காட்டலாம் ; ஒலிப்படங்களையும் காட்டலாம். இக்கருவிகள் யாவும் அறிவியல் துறையில் பல்வேறு பகுதிகளைத் திறனுடன் கற்பிக்கப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. அக்கருவிகள் ஒவ்வொன்றையும்பற்றி ஒரு சில குறிப்புகளை ஈண்டுத் தருவோம்.

படம் பெருக்கி : பிம்பம் வீழ்த்து கருவிகளில் முதன் முதலாகத் தோன்றியது இது. இதைப்பற்றி ஆசிரியர்கள் நன்கு அறிந்திருப்பார் கள். பிரிட்டிஷ் படம் பெருக்கியில் $3\frac{1}{4}'' \times 3\frac{1}{4}''$ அளவுள்ள நழுவங்களும், அமெரிக்கப் படம் பெருக்கியில் $3\frac{1}{2}'' \times 4\frac{1}{2}''$ அளவுள்ள நழுவங்களும் (Slide) வைக்கப்பெற்றுப் படங்கள் காட்டப்பெறும். இக்கருவியை இயக்குவது எளிது ; அடிக்கடி பழுதாகித் தொல்லைகளை விளைவிக்காது. அதிக 'வாட் - பல்புகளை'க் கொண்டு தெளிவான பிம்பங்களை உண்டாக்கிக் கொள்ளலாம். பெருங்கூட்டத்திற்கும் படங்கள் காட்டு வதற்கு இதைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். ஆனல், இதில் வைக்கப் பெறும் நழுவங்களின் விலை அதிகம்; பளுவானவை ; எளிதில் உடையக் கூடியவை. அதிக விலை கருதி பல நழுவங்களை வாங்க முடிகின்ற தில்லை ; பழைய நழுவங்களையும் மாற்ற முடிவதில்லை. பெரிய கூட்டத் திற்குக் காட்டுவதற்கு வசதியாகவுள்ள இக்கருவியை இன்று அதிக மாகப் பயன்படுத்துவதில்லை. இன்று 'ஃபிலிம் ஸ்டிரிப் புரொஜெக்டர்' என்ற கருவி இதன் இடத்தைப் பெற்றுள்ளது.

ஃபிலிம் ஸ்டிரிப் புரொஜெக்டர் : பள்ளிகளில் வகுப்பறைகளில் அசையாப் படங்களைக் காட்டுவதற்கு இக்கருவி இன்று அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்பெறுகின்றது. இக்கருவியை இயக்குவது எளிது ; கனமும் குறைவு ; விலையும் அதிகம் இல்லை ; ஒரு சில நிமிடங்களில் படங்கள் காட்டுவதற்கு இதனை ஆயத்தப்படுத்தி விடலாம். இன்று

பல்வேறு விதமான கருவிகள் கிடைக்கின்றன. இதில் காட்டப்பெறும் படங்கள் ஒளிப்பட முறையில் அச்சிடப்பெற்றவை. திரையில் விழும் படம் 2′×3′ அளவு இருக்கும்; வகுப்பில் காட்டுவதற்குப் போது மானது. இக் கருவியால் படம் காட்டப் பெறுங்கால் வகுப்பறையை இருட்டறையாக்குதல் வேண்டும். படங்களைத் தொடர்ந்தாற்போல் அச்சிட்டுச் சுருள்களாக வைத்துக் கொள்ளலாம். 30 அடி நீளமுள்ள சுருளில் 480 படங்கள் இருக்கும்; அதன் எடை 2 அவுன்சுதான்; விலையும் மலிவு. குறைந்த பணத்திற்கு அதிக படச் சுருள்களை வாங்கி வசதியான முறையில் சேகரஞ் செய்து கொள்ளலாம். இக் கருவியால் படங்கள் காட்டப்பெறுங்கால் படங்கள் இடம் மாறுவ தில்லை; பழுதாகப் போவதுமில்லை. கல்வித் துறைக்கென எல்லாப் பாடங்களிலும் ஏராளமான படங்கள் உற்பத்தி செய்யப்பெற்று விலைக்குக் கிடைக்கின்றன. இதில் படம் காட்டுவதற்கு மின் விளக்கு தேவை.

எபிஸ்கோப்பு :இக்கருவியால் ஒளி புகாப் படங்களையும் வைத்துத் திரையில் விழச் செய்யலாம். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு நூலிலுள்ள படங்களை வெட்டி எடுத்து இதில் வைத்துக் காட்ட முடியும். படத்தில் விழும் ஒளியில் மிகச் சிறு பகுதிதான் திரையில் விழும்; திரையில் விழும் படம் தெளிவாக இராது. எனவே, மிக அதிக 'வாட்—பல்புகள்' பயன்படுத்தப்பெறுகின்றன. படம் காட்டப்பெறும் அறையையும் நன்றாக இருட்டாக்கி விடவேண்டும். இதில் மின்சாரம் செலவழிவதால் அதிகச் சூடு உண்டாகும்; இச்சூட்டைத் தணிவிக்க வேண்டும். மின் விசிறியைக்கொண்டு சூட்டைத் தணிவிக்கலாம். இக்கருவியை வாங்குவதற்கு முன் நன்கு சோதித்துதான் வாங்க வேண்டும். இன்று விலைக்குக் கிடைக்கும் பல்வேறு எபிஸ்கோப்பு வகைகளின் விலை அதிகம்; காரணம், அவற்றில் பயன்படும் வில்லைகளின் விலை அதிகம்; வில்லைகளைச் செய்வது எளிதன்று. இருக்கருவி மிகக் கனமானதால் இதை ஓரிடத்திலிருந்து பிறிதோரிடத்திற்கு நகர்த்துவது சிரமம். இக்கருவியால் காட்டப்பெறும் படங்களும் கவர்ச்சியான முறையில் இருப்பதில்லை. எல்லாவிதப் படங்களையும் இதில் வைத்துக் காட்ட இயலாது. நல்ல வெள்ளைத் தாளில் சிறந்த முறையில் அச்சிட்ட படங்கள்தாம் இதில் வைத்துக் காட்டப்பெறுவதற்கு மிகவும் ஏற்றவை. படங்கள் கிடைக்கும்பொழுது அவற்றைக் கருப்புக் காகிதத்தில் ஒட்டி வைத்துக் கொள்ளுதல்வேண்டும். இதற்கெனத் தனிப்பட்ட முறையில் படங்கள் செய்ய வேண்டியிராததால், இக்கருவி அதிகமாகப் பயன் படுத்தப் பெறுகின்றது.

எபிடயாஸ்கோப்பு : இ∴து எபிஸ்கோப்பும் டயாஸ் கோப்பும் (படம் பெருக்கி) இணைந்த ஒரு கருவியாகும். ஒரு சிறிய நெம்பு கோலை இயக்கி இரண்டு கருவிகளாகப் பயன்படுத்தலாம். எனவே,

இக்கருவியைக்கொண்டு நூற் படங்கள், கோட்டுப் படங்கள், மைக்ரோ-நழுவங்கள், நழுவங்கள், சிறிய நழுவங்கள், படச் சுருள்கள் முதலிய எல்லாப் படங்களையும் சிறந்த முறையில் காட்டலாம். இதனுல் வீழ்த்தப்படும் படங்கள் அளவில் பெரியனவாக இருக்கும். எனவே, இதைக்கொண்டு பெரிய கூட்டங்களுக்கும் படங்கள் காட்டலாம். எபிஸ்கோப்பிலுள்ள குறைகள் யாவும் இதிலும் உண்டு. எனவே, பழைய படம் பெருக்கியே வசதியாக இருக்கும் எனத் தோன்றும்; ஆனுல் அதை எபிஸ்கோப்பைப் போல் பயன்படுத்த முடியாது.

மைக்ரோ புரொஜெக்டர் : இக்கருவியைக்கொண்டு நுண்பெருக்கி-நழுவங்களிலுள்ள பல்வேறு படங்களையும் திரையில் விழச்செய்து வகுப்பு மாணக்கர்கள் அனைவரும் பார்க்கலாம். தேவைப்படுங்கால் தரை மட்டத்தில் ஒரு பெஞ்சியின்மீது விழச் செய்து படத்தின் நகலை எடுக்கலாம். நுண் பெருக்கியில் பார்க்கக்கூடிய எல்லாப் பொருள்களையும் இதில் நன்கு பயன்படுத்தக் கூடுமாதலால், இக்கருவியைக் கொண்டு பெரும் பயன் எய்தலாம். இக்கருவியைப் பயன்படுத்துங்கால் அறையை இருட்டாக்குதல் நன்று. இன்று பல்வேறு வகைக் கருவிகள் விலைக்குக் கிடைக்கின்றன.

ஃபிலிம் புரொஜெக்டர் : இதில் நிழற்படக் கருவி, ஒலிப் படக் கருவி என இரு வகை உண்டு. ஒலிப்படங்களை, நிழற்படக் கருவியில் வைத்துக் காட்டலாகாது. ஆனுல், நிழற் படங்களை ஒலிப்படக் கருவியில் வைத்துக் காட்டலாம். 35 மில்லிமீட்டர் அளவு அகலமுள்ள ஃபிலிம்களைக் காட்டவும் 16 மில்லி மீட்டர் அளவுள்ள ஃபிலிம்களைக் காட்டவும் புரொஜெக்டர்கள் உள. நிழற்படக் கருவியைவிட ஒலிப்படக் கருவியின் விலை அதிகம். சாதாரணமாகப் பள்ளிகளில் 16 மில்லிமீட்டர் அளவு கருவிகள்தாம் பயன்படுத்தப்பெறுகின்றன. இக்கருவிகளைக் கையாள்வது எளிது. எனினும், பள்ளியிலுள்ள ஒன்றிரண்டு ஆசிரியர்கள் அவற்றைக் கையாளும் முறைகளைப் பயிற்சி பெற்றவரிடம் கற்றுக் கருவியை இயக்கும் பொறுப்பை ஏற்றுக்கொள்வது நன்று. இக்கருவியைக் கையாளும் முறைகளை உரிய நூல்களில் கண்டு கொள்க. இக்கருவியைக் கொண்டு படம் காட்டப்பெறுங்கால் அறை இருட்டாக்கப்பெறுதல் வேண்டும்.

படங்களைக் காட்டும் முறை : அறிவியல் துறையில் பேசும் படங்களையோ நிழற் படங்களையோ கையாள்வதில் ஆசிரியர் மிக விழிப்புடன் இருத்தல் வேண்டும். ஃபிலிம்களை வகுப்பில் கையாள்வது இயல்பான முறையில் இருத்தல் வேண்டும்; எந்த விதமான ஆர்ப்பாட்டமும் கூடாது. அடியிற் காணும் குறிப்புகள் ஆசிரியருக்குத் துணையாக இருக்கும்.

காட்டுவதற்கு முன்: ஆசிரியர் ஃபிலிம்களை வகுப்பறையில் கையாள்வதற்கு முன்னர் அவற்றிலுள்ள செய்திகளை நன்கு அறிந்திருத்தல்வேண்டும். ஃபிலிம்களை முன்னதாகவே புரொஜெக்டரில் போட்டுப் பார்த்தால்தான் செய்திகளை நன்கு அறிந்துகொள்ள முடியும். எனவே, காட்டவேண்டிய சில நாட்களுக்கு முன்னரே ஃபிலிம்களை வாடகைக்கு வாங்கி இக்கருவியில் போட்டுப் பார்த்து ஃபிலிம்களின் எல்லாக் கூறுகளையும் நன்கு கவனிக்கவேண்டும். அவற்றைக் காட்டுவதற்கு ஆகும் காலம், அவை கற்பிக்க இருக்கும் பாடத்திற்குப் பொருந்தும் விதம் ஆகியவற்றை உறுதிசெய்து கொள்ளலாம். பல்வேறு வினக்களையும் ஆயத்தம் செய்து கொள்ளலாம். ஃபிலிம் காட்டப்படுவதற்கு முன்னர் இவ்வினக்களைக் கரும்பலகையில் எழுத வேண்டும். படம் பார்த்த பிறகு இவ்வினக்களுக்கு விடைகள் தர வேண்டும் என்று முன்னரே அறிவித்துவிட்டால், மாணுக்கர்கள் படத்தைக் கவனத்துடன் பார்ப்பர். அவர்கள் பார்க்க இருக்கும் படம், படித்த பாடத்தைப்பற்றியது அல்லது படிக்க இருக்கும் பாடத்தைப் பற்றியது என்பதையும் முன்னரே விளக்கினல் சாலப் பயன்தரும். இவ்வாறு பல்வேறு முறைகளில் மாணுக்கரின் மனத்தைப் பக்குவ நிலைக்குக் கொண்டு வந்த பிறகு படத்தைக் காட்டினல், அவர்கள் ஆர்வத்தாலும் விடுப்பூக்கத்தாலும் உந்தப்பெற்றுப் படங்களை நல்ல முறையில் கவனிப்பர். அன்றியும், வகுப்பு கூடுவதற்கு முன் புரொஜெக்டர், ஃபிலிம்கள் முதலியவற்றை நன்கு சோதித்துத் தயாராக வைத்திருக்கவேண்டும்.

காட்டும்பொழுது: ஒலிப்படமாக இருந்தால் ஆசிரியர் வாளா இருக்க வேண்டியதுதான். எல்லா விளக்கங்களும் படத்திலிருந்தே தரப்பெறும். ஒலியற்ற நிழற் படமாக இருந்தால், ஆசிரியரின் 'விமர்சனம்' மிகவும் இன்றியமையாதது. கூர்மையான கோலினைக் கொண்டு படத்திலுள்ள முக்கிய கூறுகளை மாணுக்கர்களின் கவனத்திற்குக் கொண்டு வரலாம். மாணுக்கர்கள் உற்றுக் கவனித்தாலும் ஆசிரியர் உற்று நோக்கலை இன்றியமையாத பகுதிகளில் கொண்டு செலுத்தத்தான் வேண்டும் என்பதைத் தம் கருத்தில் இருத்துதல் வேண்டும்.

பெரும்பாலும் படங்களை ஒரு தடவை பார்த்தாலே போதும். ஒரு சில தொழில் நுணுக்கங்களை விளக்கக்கூடிய ஃபிலிம்களில் ஒன்றற்கு மேற்பட்ட தடவைகளில் பார்க்கும் இன்றியமையாமை நேரிடலாம். முதல் தடவை பார்த்த பிறகு நடைபெறும் ஆராய்ச்சியால், ஒரு சில இன்றியமையாத செய்திகளைக் கவனியாமை, தவருன கருத்துகளைக் கொண்டமை முதலியவை புலனுகும். முதல் தடவை காட்டி, ஆராய்ச்சிக்குப் பிறகு அடுத்துவரும் நாட்களில் இரண்டாவது, மூன்றுவது தடவை காட்டலாம். இவ்வாறு பலமுறை பார்த்தபிறகு மாணுக்கர்

களின் ஐயங்கள் அகலக்கூடும் ; ஆசிரியர் தரும் விளக்கமும் மனத்தில் நன்கு பதியும். சிலசமயம் ஒலிப்படத்தில், ஒலியை நிறுத்திவிட்டு ஆசிரியரே விளக்கத்தைத் தரவும் செய்யலாம்.

காட்டிய பிறகு : படத்தைக் காட்டியபிறகு செய்யவேண்டியவை தான் மிகவும் முக்கியம். படம் பார்த்தலால் மாணுக்கர் பயன் அடைந் தனரா என்பதை ஆசிரியர் கண்டறியவேண்டும். இதைச் சில வினுக் க்ளால் கண்டறியலாம். படத்தில் பார்த்தவற்றைப்பற்றி ஆசிரியர் மாணுக்கர்களுடன் கலந்து ஆராயலாம். ஆராய்ந்தபிறகு மாணுக்கர் அறிந்தவற்றை ஒரு சிறு சோதனையாலும் அறுதியிடலாம் ; சரியான நேரம் கிடைக்காவிட்டால் சோதனையை அடுத்த நாள் வைத்துக் கொள்ளலாம்.

ஃபிலிம்களைக் காட்டுவதுபற்றிய விரிவான செய்திகளை உரிய நூல் களில் கண்டுகொள்க.[1]

ஃபிலிம்களைப்பற்றிய குறிப்பு : சில ஆண்டுகளாகப் பல்வேறு பாடங் களைப் பற்றிய ஃபிலிம்கள் எடுக்கப்பெற்று கல்வி நிலையங்களுக்கு வினியோகிக்கப்பெறுகின்றன. ஒலிப் பதிவுடனும் ஒலிப்பதிவு இல்லா மலும் ஃபிலிம்கள் ஆயத்தம் செய்யப்பெறுகின்றன. இரண்டு வகைப் ஃபிலிம்களும் வகுப்பறைத் தேவைக்குப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. இந்த ஃபிலிம்கள் 35 மில்லி மீட்டர் அகலத்திலும் (1 2/5 அங்.) 16 மில்லிமீட்டர் அகலத்திலும் (3/5 அங்.) தயாரிக்கப்பெறுகின்றன. முதல்வகையில் ஒரு அடி நீளத்தில் 16 படங்கள் இருக்கும். ஒரு படச் சுருளில் 1000 அடி ஃபிலிம் இருக்கும். இதைக் காட்டுவதற்கு 15 நிமிடங்கள் ஆகும். இரண்டாம் வகையில் ஒரு அடி நீளத்தில் 40 படங்கள் இருக்கும். இந்த வகைச் சுருளின் நீளம் 400 அடி ; இதைக் காட்டுவதற்கும் 15 நிமிடங்கள்தான் ஆகும். இவ்வகைப் படங்களில் தீப்பற்ரு. எந்த இடத்திலும் இவற்றைத் துணிவாகக் கையாளலாம். எனவே, இவ்வகைப் படங்கள்தாம் பள்ளியில் பயன்படுத்துவதற்கு மிகவும் ஏற்றவை.

ஒலிப்பதிவில்லா ஃபிலிம்கள் : இவற்ருல் இரண்டு நன்மைகள் உண்டு. ஒன்று : விலை குறைவு ; இவற்றைக் காட்டும் கருவியின் விலையும் குறைவே. இரண்டு : இவ்வகையைப் பல்வேறு நிலைகளுக்கு விருப்பப்படிப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். பல்வேறு கோணங்களில் இவற்றைப் பயன்படுத்தவும் இயலும். ஆனுல், இவற்றில் ஒரே ஒரு குறையைக் காட்டலாம். பெரும்பாலோர் ஒலிப்பதிவுப் படங்களைக் கண்டு களித்தவர்களாக இருப்பதால், சிறிதளவு மனப்பான்மையை மாற்றிக்கொள்ள வேண்டும். எனினும், இவ்வகைப் படங்கள் என்றும் கட்புலக்-கல்வியில் பெரும்பங்கு கொள்ளும் என்பதற்கு ஐயமில்லை.

---

1. Weaver and Bollinger : *Visual Aids.* பக்கம் 238-247.

ஒலிப்பதிவுள்ள ஃபிலிம்கள் : மிக அண்மையில் இவ்வகைப் படங்கள் உற்பத்தி செய்யப்பெற்று, நடைமுறையில் பயன்பட்டு வருகின்றன. ஒலியினால் இயற்கைச் சூழ்நிலையை அப்படியே காட்ட முடிகின்றது. சில அறிவியல் பேரறிஞர்களின் சொற்பொழிவுகளை அப்படியே வகுப்பறைக்குக் கொண்டு வந்துவிட முடிகின்றது ! இவ்வகைப் ஃபிலிம்களின் விலை அதிகம். வாடகைக்கு வாங்கினால் இரண்டு வகைப் ஃபிலிம்களுக்கும் கிட்டத்தட்ட ஒரே அளவுதான் செலவாகும். இவ்வகைப் ஃபிலிம்களில் பதிவாகும் ஒலியை மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம் : (1) படத்தில் வரும் நிகழ்ச்சிகளை வாய்மொழியாக விளக்கம் தரும் ஒலி ; (2) நிகழ்ச்சிகளிலுள்ள இயற்கை ஒலியுடன் (எ-டு. இசைக் கருவிகளின் ஒலி, கடல் அலைகளின் ஒலி போன்றவை) வாய்மொழியாக விளக்கம் தரும் ஒலி ; (3) பின்னணி ஒலியும் வாய்மொழி விளக்க ஒலியும் கலந்த ஒலி.[1] பெரும்பாலும் பள்ளிகளில் காட்டப்பெறும் ஃபிலிம்களில் முதல் இரண்டு வகை ஒலிதான் இருக்கும்.

இவ்வகைப் ஃபிலிம்களால் காட்டப்பெறும் காட்சிகள் கண்களுக்கும் காதுகளுக்கும் விருந்தாக உள்ளன ; இயற்கைச் சூழலை இருந்தபடியே காண வாய்ப்புண்டாகின்றது. படங்களிலுள்ள வாய்மொழி விளக்கம் மெய்ம்மையாகவும் இருக்க வாய்ப்பு உண்டு. படங்களில் வரும் விளக்கங்களைப் படிப்பதால் உள்ள சிரமம் நீங்குகின்றது. தவிர, இவ்வகைப் ஃபிலிம்களைத் தொடர்ந்து நடைபெறச் செய்யலாம். இடை இடையே விளக்கத்திற்காகப் பட ஓட்டத்தை நிறுத்தவேண்டியதில்லை.

இன்னும் ஃபிலிம்களை வகுப்பறை வேலையை விளக்குபவை, தொழிற்சாலை நிகழ்ச்சிகளைக் காட்டுபவை, பள்ளி நடவடிக்கைகளைக் காட்டுபவை, நடைமுறையில் ஆங்காங்கு நிகழ்பவைகளை விளக்குபவை, செய்திகளைத் தருபவை, ஒளிப்பட நாடகங்களைத் தருபவை என்றெல்லாம் பிரிவுபடுத்தியுள்ளனர். அவைபற்றிய அரிய செய்திகளை உரிய நூல்களில் கண்டு கொள்க[1]. அறிவியல் கற்பித்தலில் வகுப்பறைகளில் பயன்படுத்தும் ஒரு சிலவகை ஃபிலிம்களை மட்டிலும் ஈண்டுக் காண்போம்.

எடுத்துக்காட்டு : சில பாடங்களின் பகுதிகளை எடுத்துக் காட்டுகள் மூலம் விளக்க நேரிடுங்கால் ஃபிலிம்களைப் பயன்படுத்தலாம். படம் பெருக்கி நழுவங்கள், நூற்படங்கள், கரும்பலகை ஓவியங்கள் முதலியவற்றைப் பயன்படுத்த வேண்டும். இவற்றை இயல்பாக, பாடத்தின் விறுவிறுப்புப் போக்கு கெட்டுப்போகாத வகையில், கையாளவேண்டும். 'சைகிள் ஃபிலிம்கள்' இதற்கு மிகவும் பயன்படும். இவை 50 அடி நீளம் இருக்கும் ; அல்லது அளவற்ற சுருளாகவும் இருக்கும். ஒரே

---

1. McKown and Roberts : *Audio-Visual Aids to Instruction*—பக். 158—165.

காட்சி திரும்பத் திரும்ப வருமாறு அமைக்கப்பெற்றிருப்பதால் அவற்றைக் கண்ணுறும் மாணுக்கர்கள் காட்சியை நினைவிலிறுத்திக் கொள்ள எளிதாக இருக்கும்.

பாட அடிப்படை : பாடங்களின் அடிப்படையாகவும் ஃபிலிம்களைப் பயன்படுத்தலாம். ஆசிரியர் ஃபிலிம்களின் உள்ளுறைப் பொருளை முன்னதாகவே தெரிந்து அதைச் சுற்றித் தன்னுடைய பாடம் அமையுமாறு ஆயத்தம் செய்துகொள்ள வேண்டும். ஆசிரியர் மேற்கொள்ளும் முறைகளுக்கேற்றவாறும் கற்பிக்கும் போக்கு மாறும். சிறந்த பயனை அடைய வேண்டுமானுல் ஒரு சில விதிகளை ஆசிரியர் மேற்கொள்ள வேண்டும். படம் காட்டுவதற்கு முன்னே பின்னே பாடவேளையின் ஒரு பகுதியை ஃபிலிமின் உள்ளுறையைப்பற்றி உரையாடி ஆராய்வதில் செலவிட வேண்டும். தேர்ந்தெடுக்கப்பெற்ற சில விஞக்களை விடுத்து மாணுக்கர்களின் சிந்தனையைத் தூண்டலாம் ; உற்றுநோக்கும் ஆற்றலையும் கிளறலாம். இதன்பிறகு மீண்டும் ஒருமுறை படத்தைக் காட்டலாம். இவ்வாறு சில விதிகளைக் கையாள்வதால் மாணுக்கரின் கருத்துணருந்திறன் நன்முறையில் பெருகும்.

திருப்புதல் : பல பாடங்களின் கருத்தைச் சுருங்கியமுறையில், பத்து அல்லது பதினைந்து நிமிடங்களுக்குள் காட்டவல்ல ஃபிலிம்களும் உள்ளன. அவற்றைப் பயன்படுத்திய பிறகு தக்க விஞக்களைக் கொண்டு கலந்தாய்தல் நடைபெறல் வேண்டும். இந்தப் ஃபிலிம்களில், விளக்கக் கோட்டுப் படங்கள், முக்கிய பகுதிகளில் அழுத்தம், சுருங்கிய முறையில் தொகுத்துரைத்தல் முதலிய பண்புகளைக் காணலாம்.

பின்னணி : பல்வேறு அறிவியல் விதிகளைத் தழுவி சுருங்கிய முறையில் விளக்கம் தரக்கூடிய ஃபிலிம்கள் உள. இவற்றை வகுப்பில் கையாள்வதைவிட பள்ளி மாணுக்கர் அனைவரும் பார்ப்பதற்கு ஏற்பாடுகள் செய்வது நன்று. தொற்று நோய்கள் பரவும் முறைகள், குடிநீர்த் திட்டம் போன்ற பொதுப் பொருள்கள், பல்வேறு கைத்தொழில் நுணுக்கங்கள், செய்தி விளக்கங்கள் முதலியவற்றை விளக்கும் படங்களையும் இம்முறையில் கையாளலாம். படக்காட்சிகளை அடிக்கடி பார்த்து அதே மனப்பான்மையிலிருக்கும் இளைஞர் உலகம், இப்படக் காட்சிகளால் பெரும் பயன் அடையும் என்பதற்கு ஐயமில்லை.

ஃபிலிம்களின் வினியோகம் : பண வசதியுள்ள பள்ளிகள் ஒரு சில இன்றியமையாத ஃபிலிம்களை விலைக்கு வாங்கிவைத்துக் கொள்ளுதல் நன்று. கல்வித் துறையினர் மூலமாகவும், அங்கீகாரம்பெற்ற ஒரு சில நிலையங்களாலும் ஃபிலிம்கள் பள்ளிகளின் தேவைக்காக வினியோகம் செய்யப்பெறுகின்றன. இவ் விவரங்கள் ஒவ்வொரு பள்ளிக்கும் சுற்ற அறிக்கைகள் மூலம் தெரிவிக்கப்பெறும். இம்முறையில் கிடைக்கும் படங்களைச் சிறுதொகை செலவுசெய்து வாங்கி நிறைந்த பயனை எய்தலாம்.

13. அறிவியலும் பிற பாடங்களும்

அநுபவமே கல்வி: குழந்தை கல்வி பெறுவதென்பது முன்னோர் திரட்டி வைத்துள்ள பட்டறிவை அக்குழந்தை தெரிந்து கொள்வதுதான் என்று உளவியலார்களும் கல்வி அறிஞர்களும் கூறுகின்றனர்.[1] அங்ஙனமாயின் அறிவில் — வழிவழியாகத் திரட்டப்பெற்றுள்ள பட்டறிவில் — பிரிவினை இல்லை; தனித்தனிப் பகுதிகள் இல்லை. மனிதன் தன் அறிவுக்கேற்றவாறும் ஆர்வத்திற்கேற்றவாறும் நன்கு உணர்வதற்காகத்தான் அது பாகுபாடு செய்யப்பெற்றுள்ளது; பள்ளிகளிலும் நடைமுறையில் கற்பிப்பதற்கு எளிதாக இருக்கும் பொருட்டுதான் அவ்வாறு பிரிவினை செய்யப்பெற்றுள்ளது. பயிற்றலில் பாடத்திட்டம்தான் முக்கியம் என்று கருதப்பெற்ற காலத்தில் அவை தனித்தனியாக, சிறிதும் தொடர்பின்றிக் கற்பிக்கப் பெற்றன. அக்காலத்தில் அத்தகைய மனப்பான்மையாலும், நடைமுறையில் நேரிட்ட பிற காரணங்களாலும் எல்லாப் பாடங்களும் தொடர்பற்ற நிலையில் இலங்கின; ஒன்றோடொன்று சிறிதும் பொருந்தாத நிலையில் பயிற்றவும் பெற்றன. குழந்தையை மையமாக வைத்துதான் கல்வி அமைய வேண்டும் என்று அறிஞர்கள் உணர்த்திய பிறகு கற்பித்தலில் பெரிய மாற்றம் ஏற்பட்டது. பயிற்றலில் குழந்தைதான் முக்கியம் என்பதை ஆசிரியர்களும் உணர்ந்து கற்பிக்கின்றனர். என்றாலும், நடைமுறையில் நேரிடும் பல காரணங்களால், பள்ளிச் சூழ்நிலைகளால், ஆசிரியர்கள் இவ்வுண்மையை மறந்து விடுகின்றனர். இதனால்தான் கல்வி அறிஞர்கள் பொருத்திப் பயிற்றலை அடிக்கடி வலியுறுத்தி வருகின்றனர்.

பொருத்திப் பயிற்றல்: பொருத்திப் பயிற்றலை மூன்று விதமாக மேற்கொள்ளலாம் என்று கல்வியறிஞர்கள் கூறுகின்றனர். அவை: (1) ஒரு பாடத்திற்குள்ளேயே பல பகுதிகளை இணைத்துக் கற்பித்தல்; (2) ஒரு பாடத்தைப் பிற பாடங்களுடன் தொடர்புபடுத்திக் கற்பித்தல்; (3) பாடத்தை வாழ்க்கையுடன் பொருத்திக் கற்பித்தல். இம்மூன்று முறைகள் எல்லாப் பாடங்களுக்கும் பொருந்தும்; அறிவியலுக்கு நன்கு பொருந்தும். பாடங்களைத் தொடர்பின்றிக் கற்பித்தால்

1 Education is the sharing of racial experience.

மாணாக்கர்களுக்குக் கவர்ச்சி ஏற்படாது ; அவற்றை அவர்கள் உற்சாகத்துடனும் கற்க மாட்டார்கள். பள்ளியில் பெறும் கல்வியறிவு வாழ்க்கையுடன் ஒட்டியதுதான் என்பதையும் அவர்கள் உணர்ந்தால் தான் தாம் பெறும் கல்வியில் சுவையினைக் காண்பர். இவ்வாறு பொருத்திக் கற்பித்தலைத் தற்செயலாக நடைபெறுமாறும் ஒரு திட்டத்தில் அமைத்து அதன்படியும் மேற்கொள்ளலாம். எப்படி மேற்கொண்டாலும், அஃது இயல்பாகவும் எளிதாகவும் அமைதல் வேண்டும். ஒரு பாடத்தைப் பல்வேறு கோணங்களில் பார்த்தால்தான் அதில் குழந்தைகளுக்குத் தெளிவு பிறக்கும் ; கற்கும் பாடமும் சொந்த அநுபவத்துடன் நன்கு பொருந்தும். இனி, கல்வி ஏற்பாட்டிலுள்ள பாடங்கள் அறிவியலுடன் எவ்வாறு தொடர்பு கொண்டுள்ளன ? அவற்றை எவ்வாறு பொருத்திக் கற்பிக்கலாம் ? என்பனவற்றைப் பற்றி ஒரு சிறிது ஆராய்வோம்.

மொழிப் பாடம் : ஒருவர் கருத்தை மற்றவருக்கு உணர்த்துவதற்காகவே மனிதனால் ஆக்கிக் கொள்ளப் பெற்ற சிறந்த கருவி மொழியாகும். மொழியின்றேல் கலைகள் இல்லை ; நாகரிகம் இல்லை. அறிவியல் கருத்துகளை மொழியின்றேல் பிறருக்கு எங்ஙனம் எடுத்துக் காட்ட இயலும் ? இன்று உயர்நிலைப் பள்ளிகளில் தாய் மொழி வாயிலாகக் கல்வி பயிற்றப்படுகின்றது ; கல்லூரிகளிலும் தாய் மொழியின் மூலம் பாடங்கள் கற்பிக்கப்பெறும் நடவடிக்கைகள் அரசினர் கல்லூரிகளனைத்திலும் மேற்கொள்ளப்பெற்று வருகின்றன. பள்ளிகளைப் பொருத்த வரையில் தாய் மொழியே பள்ளியின் உயிர்நிலை போல் இயங்கி வருகின்றது. எனவே, அறிவியல் பயிற்றும் ஆசிரியர்கள் மொழியுணர்ச்சியுடன் கற்பித்தல் வேண்டும் ; எளிய இனிய தமிழில் தெளிவாகக் கருத்துகளை எடுத்து விளக்கும் ஆற்றலை மாணாக்கர்களிடம் வளர்க்க முனைதல் வேண்டும்.[1] அறிவியலை மொழிப் பாடத்துடன் இணைத்துக் கற்பித்தலில் அறிவியல் ஆசிரியர்கள் பங்கு கொள்ளல் வேண்டும். வகுப்பில் இங்ஙனம் பயிற்றுவதைத் தவிர பள்ளி வாழ்க்கையில் நேரிடும் பல்வேறு நிகழ்ச்சிகளையும் நல்ல முறையில் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். கீழ் வகுப்புகளில் இயற்கைப் பாடம் பயிற்றப்படுங்கால், பறவைகள், விலங்குகள், பூச்சிகள் முதலியவற்றைப்பற்றிய குழந்தைப் பாடல்களைக் கையாளலாம். சற்று வளர்ந்த பிள்ளைகளுக்குக் கவிமணி எழுதியுள்ள 'மழலைமொழி', 'இயற்கை இன்பம்' என்ற தலைப்புகளின் கீழ்க் காணப்படும் பாடல்களை மேற்கொள்ளலாம்.[2] 'ஒரு பறவையின் சிந்தனை', 'குதிரையின் புலம்பல்' போன்ற பாடல்கள் அவர்கள் உள்ளத்தைக் கவர்ந்து களிப்பினை

1. இவைபற்றிய முழு விவரங்களை இந்த ஆசிரியர் எழுதியுள்ள "தமிழ் பயிற்றும் முறை" என்ற நூலில் கண்டு கொள்க.

2. தேசிகவிநாயகம் பிள்ளை : 'மலரும் மாலையும்'

நல்கும். மேல் வகுப்பு மாணுக்கர்களுக்கு இலக்கியங்களில் வரும் இயற்கை வருணனைப் பாடல்களைச் சுட்டிக் காட்டலாம். கவிமணியின்,

பொன்னொளியும் மரகதத்தின் பொலிவும் செந்நெல்
புலங்காட்ட, அதன்மீது நிழலை வீசும்
பன்னரிய சரற்கால மேகந் தன்னைப்
பரிதிவிரைந் தெழுந்தோடி வெருட்டிச் செல்லத்
தன்னைமறந் தொளிமயக்கில் மயங்கி வண்டு
சாருமலர்த் தேன்மறந்து சுழன்று பாட,
மன்னுகுளம் நதிக்கரையில் வாழுந் தாரா
மனங்களித்துக் குரலெழுப்பித் திரியும் மாதோ.[1]

என்ற சரத் காலத்தை வருணிக்கும் பாடலும், பாரதிதாசனின்,

காலையிளம் பரிதியிலே அவளைக் கண்டேன்;
கடற்பரப்பில் ஒளிப்புனலில் கண்டேன்; அந்தச்
சோலையிலே மலர்களிலே தளிர்கள் தம்மில்
தொட்டஇடம் எலாம்கண்ணில் தட்டுப் பட்டாள்;
மாலையிலே மேற்றிசையில் இளகு கின்ற
மாணிக்கச் சுடரிலவள் இருந்தாள்; ஆலஞ்
சாலையிலே கிளைதோறும் கிளியின் கூட்டந்
தனில்அந்த 'அழகெ'ன்பாள் கவிதை தந்தாள்.[2]

என்ற 'அழகினை' உணர்த்தும் பாடலும் அவர்கட்கு இன்பம் பயக்கக் கூடும். பௌதிக இயலின் மெய்ம்மையைப் பாரதி,

இடையின்றி அணுக்களெலாம் சுழலுமென
இயல்நூலார் இசைத்தல் கேட்டோம்;
இடையின்றிக் கதிர்களெல்லாம் சுழலுமென
வானூலார் இயம்பு கின்றார்;
இடையின்றித் தொழில்புரிதல் உலகினிடைப்
பொருட்கெல்லாம் இயற்கை யாயின்
இடையின்றிக் கலைமகளே நினதருளில்
எனதுள்ளம் இயங்கொ ணாதோ?[3]

என்று கவிதையில் பயன்படுத்தி யிருப்பதை எடுத்துக்காட்டலாம்.

உயர்நிலைப் பள்ளி வகுப்புகளில் வானியல் பகுதிகள் பாடமாக வந்துள்ளன. கதிரவன் குடும்பத்திலுள்ள கோள்கள், விண்மீன்கள் பற்றிய செய்திகள் அவர்கள் பாடப் பகுதியில் வருகின்றன. பல்லாயிரங் கோடி ஆண்டுகட்கு முன்னர் எங்கும் பாழாக நின்ற வான வெளியில் தோன்றிய கனல் மயமான ஒரு வாயு மேகத்திலிருந்துதான்

1. கவிமணி.—சரத் காலம். 2. பாரதிதாசன்: அழகின் சிரிப்பு
3. பாரதி: பாஞ்சாலி சபதம்—206 (கலைமகள் வணக்கம்)

அண்டங்கள் யாவும் பிறந்தன என்ற மெய்ம்மையை அவர்களுக்குக் கற்பிக்க நேரிடுங்கால், மாணிக்க வாசகரின் 'திருவண்டப் பகுதி'யின்,

அண்டப் பகுதியின் உண்டைப் பிறக்கம்
அளம்பருந் தன்மை வளப்பெருங் காட்சி
ஒன்றனுக் கொன்று நின்றெழில் பகரின்
நூற்றொரு கோடியின் மேற்பட விரிந்தன.[1]

என்ற வரிகளை எடுத்துக் காட்டி விளக்கலாம்.[2]

சுற்றுலாவிற்குப் பிறகு எழுதப்பெறும் கட்டுரைகளில் இத்தகைய வருணனைப் பகுதிகளை எடுத்தாளலாம் என்று குறிப்பிடலாம்; அவ்வாறு எழுதப்பெறும் கட்டுரைகளை நன்முறையில் அமைக்கும் வழிகளைக் காட்டலாம். அவற்றில் அறிவியல் மெய்ம்மைகள் பொதிந்திருத்தலே முக்கியம் என்பதையும் குறிப்பிடலாம். இம்முறைகளில் அறிவியல் பாடத்தை மொழிப் பாடத்துடன் பொருத்திக் கற்பித்தால் மொழிப் பாடமும் சிறக்கும்; அறிவியல் பாடத்திலும் புதிய சுவை காணப்பெறும். மொழியாசிரியரும் அறிவியல் ஆசிரியரும் ஒத்துழைத்தால் இம்முறை பல்லாற்றானும் சிறக்கும்.

அறிவியல் அறிஞர்களின் வரலாறுகள், தன்-வரலாறுகள், இயற்கைவரலாறுகள், கண்டுபிடிப்புகள், புதியது புனைதல் பற்றிய நிகழ்ச்சிகளைக் கூறுபவைகள் போன்றவற்றைக் கூறும் நூல்களை வீட்டிலும் பிற சமயங்களிலும் பயிலுமாறு மாணாக்கர்களை ஏவலாம். இத்தகைய நூல்கள் ஆங்கிலத்தில் எண்ணற்றவை உள்ளன; தமிழிலும் இத்தகைய துறைகளில் பல நூல்கள் எழுதப்பெற்று வருகின்றன.[3] அவை நல்ல முறையில் அமைந்தால் மாணாக்கர்களிடம் மொழி வளர்ச்சி ஏற்பட வழியுண்டாகும்.

கணிதம்: அறிவியல் துறைகளின் உயர்ந்த நிலையில் அளவறி பண்புகள் காணப்பெறுவதால், அந் நிலையிலுள்ள தகவல்களைத் தெளிவாக அறிந்து கொள்வதற்குக் கணித அறிவு இன்றியமையாதது. உயர்நிலைப் பள்ளியில் பயிலும் பாடப்பகுதிகளைக்கூடக் கணித அறிவின்றிச் சரியாக உணர இயலாது. விகிதசமம், தலைகீழ் விகிதம், சமன்பாடுகள், வரைப்படங்கள் போன்ற அறிவு இருந்தால்தான் அப் பகுதிகளில் வரும் கணக்குகளைச் செய்ய முடியும்; தாமே சோதனைகளில் அளந்து காணும் அளவைகளைக்கொண்டு முடிவுகளைக் கணக்கிடவும் முடியும். கணித ஆசிரியரும் அறிவியல் ஆசிரியரும்

---

1. திருவாசகம் - திருவண்டப் பகுதி—வரி (1-4)

2. இஃது உயர்நிலைப் பள்ளி மாணாக்கர் அறிவு நிலைக்குச் சற்று அப்பாற்பட்டது.

3. இந்நூலாசிரியர் எழுதி வெளியிட்டுள்ள இளைஞர் வானொலி, இளைஞர் தொலைக்காட்சி, அதிசய மின்னணு, நமது உடல், இராக்கெட்டுகள், அம்புலிப் பயணம் முதலியவற்றைக் காண்க—கழக வெளியீடுகள்.

கலந்து ஆய்ந்து தத்தம் பாடங்களில் முறையே வரும் அறிவியல்பற்றிய தகவல்கள், கணிதம்பற்றிய பகுதிகள் எவை எவை என்பதையறிந்து இரண்டையும் கூடியவரை இணைந்து போகுமாறு செய்தால் மாணாக்கர்கள் நல்ல விளக்கத்தைக் காண்பர் ; அவர்கள் தெளிவான அறிவினையும் அடைவர். அறிவியல் பாடப்பகுதிகள் சிலவற்றில் புள்ளி இயல் அறிவும் வேண்டியிருக்கும். உயர்நிலையில்தான் இவை தேவைப்படும் ; தேவைப்படும்பொழுது அறிவியல் ஆசிரியர் அவற்றைக் கற்பிக்க வேண்டும். கணித ஆசிரியரைக்கொண்டும் கற்பிக்கச் செய்யலாம். தேவைப்படுகின்ற சமயம்நோக்கிக் கற்பித்தால் மாணாக்கர் எதையும் எளிதில் புரிந்துகொள்வர். கணித இயல் அறிவு சரியாக ஏற்படாவிட்டால் அறிவியல்பற்றிய கணக்குகளைப் புரிந்துகொண்டு சரியாகச் செய்ய இயலாது.

நிலவியல் : ஏனைய துறைகளைவிட இத்துறையை அறிவியலுடன் எளிதில் இணைக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக வானியலை நிலவியல் போன்றும் கற்பிக்கலாம் ; அறிவியல் போன்றும் கற்பிக்கலாம். காற்றின் அமுக்கம், வெப்ப நிலை, காற்றுவீசும் திசை, மழை பெய்தல் முதலியவற்றை அறிதலும் அளக்கும் கருவிகளைப்பற்றி அறிதலும் அறிவியல் துறையைச் சேர்ந்தவை. ஆனால், அவற்றைக் கொண்டு பருவநிலைபற்றிக் கூறும் தகவல்களும், அவற்றால் நிலமும் நிலத்தில் வாழ் . உயிர்களும் எவ்வாறு பாதிக்கப்பெறுகின்றன என்பதும் நிலவியலைச் சேர்ந்தவை. நிலத்தின் தன்மை, தாவரங்கள், பிராணிகள் ஆகியவற்றைப்பற்றி ஆராயும்பொழுது நிலவியலும் அறிவியலும் இணைந்து செல்லும்.

நிலவியலை இயற்கைப் பாடத்தின் ஒரு பகுதி என்று கூடக் கூறலாம். பௌதிகப் பிரிவைக் கூறும் பாறைகள், இயற்கைத் தேய்வை உண்டாக்கும் முறைகள், நிலத்தன்மை, காலநிலை, வானிலை, கதிரவன், சந்திரன், கிரஹணம், விண்மீன்கள், காற்றின் வெப்ப-அமுக்க நிலைகள், காற்றின் ஈரப்பதம், ஆறுகள், அவற்றின் செயல்கள் முதலியவைபற்றிய செய்திகளை அறிவிக்கும் பகுதிகள் யாவும் அறிவியல் அறிவைக் கொண்டவை ; நில உட் கூற்றியல், பௌதிக இயல், வானியல் போன்ற துறைகளின் அறிவைக் கொண்டுதான் இவற்றை நன்கு உணரமுடியும். அறிவியல் ஆசிரியர் வெப்பநிலைமானி, பாரமானி, ஈரமானி, மழைமானி முதலிய கருவிகளைக் கையாளும் முறையை நில்வியலாசிரியருக்குத் தெரிவிக்கலாம். நில உட்கூற்றியலாசிரியர் பூமியில் கிடைக்கும் சுக்கான் கல், மணல், களிமண் போன்ற பொருள்களைப்பற்றியும், தாதுப் பொருள்களின் தன்மைகளையும் நிலவியலாசிரியருக்கு விளக்கலாம். அங்ஙனமே நிலவியலாசிரியரிடமிருந்து சில தகவல்களை அறிவியல் ஆசிரியர் அறியலாம். அன்றியும், உயிரியலாசிரியரிடமிருந்து நிலவியலாசிரியர் தாவரங்களையும் பிராணி

களையும் வினியோகித்தல்பற்றிய விவரங்கள், பிராணிகளின் தொகை கூடுவதற்கும் குறைவதற்குமுள்ள காரணங்கள், கொள்ளை நோய்கள், தாவரங்களைப் பாதிக்கும் பீடைகள், களைகள், புல்லுருவிகள், பிறநோய்கள்பற்றிய விவரங்கள் முதலியவற்றை அறியலாம். பிராணிகள் தாவரங்கள்பற்றிய சூழ்நிலைக் கலை இருசாராருக்கும் வேண்டப்படுவது.

வரலாறு : ஒரு நாட்டின் முன்னேற்றமும் நாகரிகமும் அந்நாட்டில் அறிவியல் கலையின் வளர்ச்சியைப் பொருத்தது ; அறிவியல் மெய்ம்மைகள் தொழில் நுணுக்கக் கலையில் பயன்படுங்கால் நாட்டின் பொருளாதார நிலை உயரும் ; பொருளாதார நிலையால் பிற வசதிகளும் பெருகும். அரசியல், வாணிகம், கைத்தொழில், உற்பத்தி முறைகள், உணவு, வாழ்க்கைத்தரம் முதலியவை அனைத்தும் அறிவியல் தொழில் துறையில் பயன்படும்பொழுதுதான் உயரும் என்பதை அமெரிக்கா, இரஷ்யா, ஜப்பான், சீனு முதலிய நாட்டின் வரலாறுகளிலிருந்து அறியலாம். வாழ்க்கையில் அறிவியல் பயன்பட்டதால்தான் போக்கு-வரவு சாதனங்கள் வியத்தகு முறையில் அமைந்தன ; மருத்துவத் துறை நல்ல முறையில் வளர்ச்சி பெற்றது. மலேரியா போன்ற நோய் பரவுவதன் காரணத்தை அறிந்ததனுல்தான் உலகில் மனிதர் வாழ்வதற்குச் சிறிதும் வசதியில்லாத இடங்களிலும் உயர்ந்த முறையில் வசிப்பதற்கு வசதிகளை அமைத்துக்கொள்ள முடிந்தன. உலகில் கொடைக்கானல், உதகமண்டலம், டார்ஜீலிங், நைனிடால் போன்ற இடங்கள் உயர்ந்த முறையில் கோடை நிலையங்களாக அமைந்ததற்கு அறிவியல் வளர்ச்சியே காரணம் என்பதை எவரும் எளிதில் அறியக்கூடிய தொன்று. வரலாற்று ஆசிரியர்கள் இத்தகைய சில மெய்ம்மைகளை அறிந்துகொண்டால் அவர்கள் தம் பாடத்தைச் சிறந்த முறையில் கற்பிக்கலாம் ; அறிவியல் ஆசிரியர்களும் பல்வேறு நாடுகளின் நாகரிக வளர்ச்சியையும் பிறவற்றையும் அறிந்துகொண்டால் தங்கள் பாடத்தைச் சுவையுடன் பயிற்றுவிக்க இயலும். அறிவியல் மெய்ம்மைகள் வாழ்க்கைத் தரத்தை எவ்வாறு உயர்த்துகின்றன என்பதை மாணுக்கர்கள் அறியச் செய்யலாம். பேசும் படங்கள், வானொலி, தொலைக்காட்சி போன்ற சாதனங்கள் மக்கள் ஓய்வு நேரத்தைக் கலையுணர்வுடன் கழிப்பதற்குப் பயன்படுவதை அறிந்து கொண்டால் வரலாற்றுப் பாடமும் சிறக்கும் ; அறிவியல் பாடமும் சுவைக்கும். இரண்டு பாடத்திட்டங்களிலும் இத்தகைய பகுதிகளை எவ்வாறு இணைத்துக் கற்பிக்கலாம் என்பதை இரண்டு பாட ஆசிரியர்களும் கலந்து தீர்மானித்தல் வேண்டும்.

ஓவியம் : 'கண்களிப்பப் படமெழுதிக் காட்டும் என்றன் கை' என்று கைத்திறனைச் சிறப்பித்தார் கவிமணி. ஓவியம் எல்லாப் பாடங்களுடன் இணைந்து செல்லக்கூடியது. சிறு வயதிலிருந்தே

குழந்தைகள் ஓவியம் வரைதலில் ஆர்வங் காட்டுவார்களாதலின், அதை எல்லாப் பாட ஆசிரியர்களும் பயனுள்ள வழிகளில் திருப்பிக் கொள்ளலாம். ஒரு குழந்தை ஒரு பொருளைப்பற்றிக் கற்கும்பொழுது தான் பார்த்தவற்றை ஓவியமாக வரைவதில் மகிழ்ச்சி கொள்கின்றது. காட்டுமிராண்டியும் அப்படித்தான் ; தான் கண்டவற்றை ஓவியமாகத் தீட்டுவதில் களிப்படைகின்றான். கவர்ச்சியை உண்டாக்கிவிட்டால் குழந்தை ஓவியம் தீட்டுவதில் உற்சாகம் காட்டும்.

இயற்கைப் பாடம், பௌதிகம், வேதியியல் போன்ற துறைகளில் ஓவியத்திற்குச் சிறந்த இடம் உண்டு. சிறுவர்களும் சிறுமிகளும் தாம் பார்த்த பிராணிகள், தாவரங்கள் முதலியவற்றை வரைவதில் விருப்பம் காட்டுவர். நன்றாக வரையப்பெறும் ஓவியங்களில் வண்ணந்தீட்டும் பழக்கத்தையும் உண்டாக்கலாம். பௌதிக வேதியியற் பகுதிகளில் சில ஆய்கருவிகள், துணைக்கருவிகள் சோதனை நிலையில் அமைக்கப் பெற்ற சாதனங்கள் முதலியவற்றை அழகான கோட்டுப் படங்களால் வரையும் பயிற்சிகளைத் தரலாம். பொறியியல் துறையில் ஓவியத் திறமை பெரிதும் பயன்படும்.

கைத்தொழில் : கைத்தொழிலையும் அறிவியலுடன் பொருத்திக் கற்பிக்கலாம். பள்ளியிலுள்ள கைத்தொழில் ஆசிரியரும் அறிவியல் ஆசிரியரும் யோசித்துத் திட்டம் வகுத்தால் சில அறிவியல் பகுதிகளுக்கு வேண்டிய பொருள்களை மாணாக்கர்களைக்கொண்டே செய்விக்கலாம். மாணாக்கர்கள் கைத்தொழில் வல்லுநர்களாக இராவிட்டாலும், சிற்சில விஷயங்களில் அவர்களின் கைத்தொழில் அறிவை அறிவியல் துறையில் கொண்டுசெலுத்தலாம். அறிவியல் ஆய்வகங்களில் பயன்படும் மரப்பெட்டிகள், கண்ணாடி வில்லைத் தாங்கிகள், மின்விளக்குப் பிடிகள், சோதனைக்குழாய்த் தாங்கிகள், ஒளிமானிக்குப் பயன்படும் திரைகள், மின்முறிகலத் தாங்கிகள் முதலியவற்றைக் கைத்தொழில் நிலையத்திலிருந்து செய்தனுப்பலாம். அவற்றைச் செய்யும் திறன் எய்தாவிடினும், செய்யும் முறையையும் அத்திறனின் இன்றியமையாமையும் அறிவர். இத்தகைய மரச்சாமான் களுக்கு மினுக்கெண்ணெய் பூசி மெருகேற்றும் முறைகளை மாணாக்கர் கள் நன்கு கற்றுக்கொள்ளலாம். துருப்பிடித்த சில கருவிகளுக்கு முலாம் பூசும் முறைகளைத் தெரிந்து கொள்ளலாம்; காது, கண், இதயம், ஈரல் முதலியவற்றின் பொம்மைகளைச் செய்யலாம். இத்தகைய பொம்மைகளால் ஏற்படும் கல்விப் பயன்களைத் தவிர கட்டுக்கம் நல்ல முறையில் செயற்பட்டு மாணாக்கர்கட்கு மனநிறைவினை நல்குகின்றது. தவிர, அந்த உறுப்புப் பொம்மைகளை ஆக்கும்பொழுது அந்தப் பொம்மைகளின்மூலம் அவ்வுறுப்புகள்பற்றிய எண்ணங்கள் யாவும் வெளிப்படுமன்றோ ? கைகளால் வேலை செய்யும்பொழுது மூளை

வளர்ச்சியடைகின்றது ; மன வளர்ச்சி உண்டாகின்றது. சிறுர்களின் சுறுசுறுப்புத் தன்மைக்கும் கைவேலைகள் ஏற்றனவாகும்.

உடலியலும் நலவழியும் : நம்முடைய உடலையும் உடல் நலத்தையும்பற்றிய எத்தனையோ 'அறிவியல் மெய்ம்மைகள்' உள்ளன. காற்று, குடிநீர் முதலியவற்றைத் தூய்மைப்படுத்தும் முறைகள், உணவு முறைகள், உணவு செரித்தல், வெளிச்சம், காற்றோட்ட வசதிகள், காது கண் முதலியவைபற்றிய செய்திகள் யாவும் அறிவியல் பாடத்தில் கற்பிக்கப்பெறுகின்றன. எனவே, அறிவியலை உடலியலுடனும் நலவழியுடனும் இணைத்துக் கற்பித்தால், மாணுக்கர்கட்கு உண்மை அறிவு ஏற்படும் ; கற்பதன் நோக்கமும் தெளிவாகப் புலனுகும்.

இசை : இசையையும் அறிவியல் பாடத்துடன் இணைத்துக் கற்பிக்கலாம். வீணை, ஃபிடில், மோர்சிங்க், கஞ்சிரா முதலிய கருவிகள் எவ்வாறு உற்பத்திசெய்யப்படுகின்றன என்பதை அறிதலும், ஒலி நுணுக்கங்களைப்பற்றி அறிதலும் அறிவியல் பகுதியைச் சேர்ந்தவை. கிராமஃபோன், வானொலிப் பெட்டி முதலியவை செயற்படுதலை அறிதலையும் அறிவியலில் சேர்க்கலாம்.

சமயம் : உயர்நிலைப் பள்ளிகளில் பயிலும் மாணுக்கர்கள் அறிவியலைச் சமயத்துடன் இணைத்து உணர்வது சிரமம் ; அவர்கள் அறிவு நிலையும் கருத்துணரும் திறனும் அந்த அளவுக்குப் பக்குவப் பட்டிராது. இவ்வுலக நிகழ்ச்சிகளையும், உலகப் பொருள்களின் தோற்றம், வளர்ச்சி, ஒடுக்கம் முதலிய செயல்களையும் எண்ணிப் பார்ப்பவர்கள், "சாட்டி நிற்கும் அண்டமெலாம் சாட்டையிலாப் பம்பரம்போல் ஆட்டுவிக்கும்"[1] ஆண்டவன் திறத்தினை வியக்கமுடியும். **சர். ஐசாக் நியூட்டன்** போன்ற அறிஞர்கள் இவ்வகிலம் ஆண்டவன் திருவுளத்திலமைந்த திட்டத்தால் இயங்குகின்றது என்று கணித வாய்பாடுகளாக உணர்த்துகின்றனர். **டாக்டர் ஐன்ஸ்டைன்** என்ற அறிவியல் மேதை அதைத் தெளிவாக விளக்கியுள்ளார். அறிவியல் அறிஞர்கள் கூறிய கருத்தினையே மெய்யறிவு பெற்ற கவிஞர் **பரஞ்சோதியார்** இவ்வாறு கூறுகின்றுர் :

"அண்டங்க ளெல்லாம் அணுவாக அணுக்கள் எல்லாம்
அண்டங்க ளாகப் பெரிதாய்ச் சிறிதாயி னுனும்
அண்டங்க ளுள்ளும் புறம்புங் கரியாயி னுனும்
அண்டங்கள் ஈன்றுள் துணைஎன்பர் அறிந்த நல்லோர்."[2]

இதில் அறிவியல், அநுபவ இயலாக முகிழ்த்துள்ளமையைக் கண்டு மகிழ்க.

1. குற்ருலக் குறவஞ்சி—செய். 107.
2. திருவிளையாடற் புராணம்—பாயிரம் செய் : 6.

தகவல் மூலங்கள் : அறிவியலைப் பிற பாடங்களுடன் இணைத்துக் கற்பிக்க வேண்டுமானால் அறிவியல் ஆசிரியர் "கலைபயில் தெளிவும் கட்டுரை வன்மையும் உலகியலறிவும்"[1] ஒருங்கு பெற்றிருக்கவேண்டும். அறிவியல் பாடநூல்களே யன்றிப் பிற மூலங்களிலிருந்தும் செய்திகளை அறியும் முறைகளை அறிந்திருத்தல் வேண்டும். அறிவியல்பற்றிய தகவல்களை எங்கெங்குப் பெறலாம் என்பதை அறிந்திருந்தால்தான் இது சாத்தியப்படும் ; சில நூல்களில் காணப்பெறும் தவறான தகவல்களைத் திருத்திக்கொள்ளவும் வாய்ப்பு கிடைக்கும். ஒரு சில தகவல் மூலங்களை ஈண்டுக் கூறுவோம்.

அறிவியல் கழகங்கள் : சில இடங்களில் அறிவியல் கழகங்கள் இருக்கலாம். அக்கழக உறுப்பினர்களிடம் தொடர்புகொண்டிருந்தால் பல செய்திகளை அறிதல்கூடும். அடிக்கடி அக்கழகங்களில் கூட்டங்கள் நடைபெறக்கூடும். ஒரு திட்டப்படி சுற்றுலாக்கள் செல்லக்கூடும் ; ஆண்டு மலர்கள் வெளியிடக்கூடும் ; வெளியிலிருந்து பல அறிஞர்கள் வந்து சொற்பொழிவுகள் நிகழ்த்தவும் கூடும். ஆசிரியர் விழிப்புடனிருந்து அவற்றில் கலந்துகொண்டால், பல தகவல்களை அறிந்துகொள்ள வசதி ஏற்படும்.

மக்கள் தொடர்பு : கழக உறுப்பினர்களைத் தவிர பிறருடன் கொள்ளும் தொடர்பும் அறிவியல் ஆசிரியர்களுக்கு நலம் பயக்கக்கூடும். எல்லா இடங்களிலும் உள்நாட்டுக் கைத்தொழில்கள், நிலவியல்பற்றிய தகவல்கள், தாவர இயல், உயிரியல் ஆகியவற்றை நன்கு அறிந்தவர்கள் இருக்கத்தான் செய்வார்கள். பிறரிடம் செய்திகளை அறிந்துகொள்வதில் ஆசிரியர் தயங்கக்கூடாது. தாம் எவ்வளவு அறிந்தவராக இருந்தாலும் அடக்கம் வேண்டும். பிறரிடம் தகவல்களை அறிந்து கொள்ளுங்கால்,

> **'உடையார்முன் இல்லார்போல் ஏக்கற்றும் கற்றார்**
> **கடையரே கல்லா தவர்.'**[2]

என்ற வள்ளுவப் பெருந்தகையின் வாக்கை நினைவிலிருத்திக் கொண்டால் பெரும்பயன் விளையும். தம்முடைய மாணக்கர்களிடமிருந்தே உள்ளூர்ச் செய்திகளை அறிந்துகொள்ளும் சந்தர்ப்பங்களும் இருக்கலாம் என்பதை ஒவ்வோர் ஆசிரியரும் உணர்ந்தால் நன்று.

நூலகங்கள் : நூலகங்களிலிருந்தும் பல அரிய தகவல்களை அறிந்து கொள்ளலாம். சிற்றூர்களிலுள்ள நூலகங்களிலிருப்பதை விடப் பட்டினங்களிலுள்ள நூலகங்களில் பல அரிய நூல்கள் இருக்கக் கூடும். பல்வேறு வெளியீடுகள், பருவ வெளியீடுகள் முதலியவை அங்குக் கிடைக்கும். இந்த நூலகங்களிலிருந்து நூல்கள் முதலியவற்றைப்

1. நன்னூல்—நூற்பா. : 26.
2. குறள்—395

பெறுவதோடன்றி இந்த நூலகப் பாதுகாப்பாளர் மூலமாக நடு நூலகத்திலிருந்தும் சில அரிய நூல்களைப் பெற்றுக்கொள்ளவும் கூடும். புகைவண்டி வசதியுள்ள ஊர்களிலுள்ளவர்கள் சென்னைப் பல்கலைக் கழக நூலகம், கன்னிமேரா நூலகம் போன்றவற்றில் உறுப்பினராகி அவற்றிலிருந்தும் நூல்களைப் பெறலாம்.

பழம் பொருட்காட்சி நிலையங்கள் : பழம் பொருட்காட்சி நிலையங் களிலிருந்தும் ஆசிரியர்கள் பல தகவல்களை அடையலாம். சென்னை போன்ற இடங்களிலிருந்து பணியாற்றும் ஆசிரியர்கள் சென்னை அரசினரின் பழம் பொருட்காட்சி நிலையத்தை நன்முறையில் பயன் படுத்திக்கொள்ளலாம். எத்தனையோ பறவை இனங்கள், பூச்சி இனங்கள், பிராணி இனங்கள் முதலியவற்றின் பஞ்சு அடைத்துப் பக்குவப்படுத்தப்பெற்றுள்ள உடல்களையும் பிற முறைகளில் பாதுகாக்கப்பெற்றவற்றையும் நேரில் தெரிந்துகொள்ளலாம். பழம் பொருட்காட்சி நிலையத்தின் பாதுகாப்பாளரிடம் தொடர்பு வைத்துக் கொண்டால் பல்வேறு செய்திகளைத் தெளிவாக அறிந்து கொள்ளமுடியும்.

உயிர்க்காட்சி நிலையம் : சிங்கம், புலி, ஒட்டைச் சிவிங்கி, வரிக்குதிரை, ஒட்டகம், பல்வேறு குரங்குவகை, முதலை முதலிய பிராணிகளை எல்லோரும் எல்லா இடங்களிலும் பார்க்க முடியாது. சென்னைப் பிராணிக்காட்சி நிலையம், திருவனந்தபுரம் பிராணிக்காட்சி நிலையம் போன்ற இடங்களில் அவற்றைக் காணலாம். ஆசிரியர்கள் அவ்விடங்களுக்குச் சென்று பலவற்றை நேரில் காண்பதுடன் இயன்றால் மாணுக்கர்களையும் அவ்விடங்களுக்குக் கூட்டிச்சென்று அவைபற்றிய செய்திகளை நேரில் உணர்த்துதல் வேண்டும்.

தொழிலகங்கள் : தொழிலகங்களின் தொடர்பும் அறிவியல் ஆசிரியர்களுக்குப் பெரும் பயன் விளைக்கும். நெருப்புப்பெட்டித் தொழிலகம், சோப்புச் செய்யுமிடம், காகிதம் செய்யுமிடம், பஞ்சாலை கள், நூல் நூற்கும் ஆலைகள், ஆடை நெய்யும் ஆலைகள், சருக்கரை ஆலைகள், கண்ணுடித் தொழிலகங்கள் போன்ற இடங்களிலிருந்தும் பல செய்திகளை அறியலாம். ஆங்குக் கிடைக்கும் பொருள்களைக் கொணர்ந்து பள்ளிப் பழம் பொருட்காட்சி நிலையத்தில் வைத்துக் கொள்ளலாம். அங்கு நேரில் பல செய்திகளை அறிவதுடன், விளக்கப் படங்கள், வரிப்படங்கள் முதலியற்றின் மூலமும் அறிந்துகொள்ளலாம். தொழிலகப் பொறுப்பாளர்கள் வாயிலாகப் பல்வேறு செய்திகளைப் பற்றி நல்ல விளக்கத்தையும் பெறலாம்.

பிற இடங்கள் : நகரங்களிலுள்ள குடிநீர்த் திட்டம், மின்சாரத் திட்டம், கழிவுப் பொருள்களைப் போக்கும் இடங்கள், துறைமுகங்கள், புகை வண்டி நிலையங்கள், தபால் நிலையங்கள், மோட்டார், புகை வண்டித் தொழிலகங்கள் சாலை அமைக்கும் சாதனங்கள் வைக்கப்

பெற்றுள்ள இடம், வானிலை ஆராய்ச்சி நிலையங்கள், மின்சார வேதியியல் ஆராய்ச்சி நிலையங்கள், பயிர்த்தொழில் கல்லூரி, தோல் ஆராய்ச்சி நிலையங்கள் போன்ற இடங்களில் பல அரிய செய்திகளை ஆசிரியர் அறிந்துகொள்ளலாம். இவ்வாறு பல இடங்களிலிருந்து தகவல்களை நேரில் அறிந்தால்தான் அறிவியல் பாடங்களில் தெளிவு ஏற்படும். பாடநூல்களை மட்டிலும் வைத்துக்கொண்டு 'காலந் தள்ளுவது' அறிவியல் ஆசிரியருக்குச் சிறிதும் பொருந்தாத செயலாகும்.

ஆராய்ச்சி வெளியீடுகள் : விடுதலை பெற்றபின் நம் நாட்டில் பல ஆராய்ச்சி நிலையங்கள் நிறுவப்பெற்றுள்ளன. அவற்றிலிருந்து பல ஆராய்ச்சி வெளியீடுகள் வருகின்றன. அவற்றை வாங்குவது அரிதாக இருந்தால் பல்கலைக் கழக நூலகம் போன்ற இடங்களில் அவற்றைப் படித்து, பல செய்திகளைத் தெரிந்துகொள்ளலாம். ஆராய்ச்சி நிலையங்களிலிருந்து வெளிவரும் ஆண்டு அறிக்கைகளிலிருந்தும் பல தகவல்களை அறியலாம்.

இவ்வாறு பல்வேறு மூலங்களிலிருந்தும் தகவல்களைத் திரட்டி வைத்துக்கொண்டு பாடங்களைப் பயிற்றும்பொழுது அவற்றைப் பயன்படுத்தினால் பாடத்தில் உண்மையாகவே ஒரு தனிச்சுவை மிளிரும். கற்கும் மாணாக்கர்களும் கல்வி நிலையங்களில் கற்கும் பொருளுக்கும் அன்றாட வாழ்க்கைக்கும் உள்ள தொடர்பினை நன்கு அறிவர்.

14. அறிவியலில் அளவியல்

தேர்வுகளைக் குறை கூறுதவர்களே இல்லை ; அதுபோலவே அவற்றைப்பற்றி அக்கறை கொள்ளாதவர்களும் இல்லை என்றே சொல்ல வேண்டும். பள்ளிகள், ஆசிரியர்கள், மாணுக்கர்கள், பெற்றோர்கள் ஆகிய நான்கு பகுதியினர் தத்தமக் கேற்றவாறு தேர்வுகளில் அக்கறை காட்டுகின்றனர். மாணுக்கர்கள் தேர்வுகளுக் காகப் படிப்பதிலும் தேர்வுகளை எழுதுவதிலும் அதிகக் காலத்தைச் செலவிடுகின்றனர். பள்ளிகள் தேர்வுகளை ஆயத்தம் செய்வதிலும் அவற்றை நடைமுறையில் கையாள்வதிலும் அதிகக் காலத்தையும் பணத்தையும் செலவிடுகின்றன. ஆசிரியர்களும் விறுத்தாள்களை ஆயத்தம் செய்தல், விடைத்தாள்களை மதிப்பிடுதல் போன்ற வேலைகளில் அதிகக் காலத்தைச் செலவிடுகின்றனர். பெற்றோர்களும் மாணுக்கர்கள் பெற்ற மதிப்பெண்களுக்கு அதிக மதிப்பு தருகின்றனர்.

தேர்வுகளின் பயன்கள் : பொதுவாகப் பள்ளிகளில் நடத்தப் பெறும் தேர்வுகளினுல் மூவகைப் பயன்களை எய்தலாம்.

(1) மாணுக்கர்கட்குக் கற்பிக்கப்பெறும் பாடப் பகுதிகளில் அவர்கள் எவ்வளவு தூரம் முன்னேற்றம் அடைந்துள்ளனர் என்று அறிதல். இது அளத்தல் பயன்.

(2) மாணுக்கர் எவ்வெப் பகுதிகளை நன்கு கற்றுள்ளனர் ? எவற்றை நன்கு புரிந்து கொள்ளவில்லை ? தம் அறிவைப் புதிய துறைகளில் எவ்வாறு பொருத்திப் பார்க்கின்றனர் ? என்பன போன்ற தகவல்களை அறிதல். இது குறையறி பயன்.

(3) மாணுக்கர்களின் திறனை அளவிட்டு அஃது அவர்கள் மேற் கொள்ளும் மேற்படிப்புக்கு எவ்வாறு துணைபுரியும் என்பதைத் தீர்மானித்தல். இது முன்னறிதல் பயன்.

பெரும்பாலும் ஒரு தேர்வைக்கொண்டே மேற் குறிப்பிட்ட எல்லா நோக்கங்களையும் அடையலாம் என்று கருதுகின்றனர். இது தவறு ; பெருந்தவறுங் கூட. இன்று ஒவ்வொரு நோக்கத்தையும் எய்து வதற்குத் தனித்தனிச் சோதனைகளையும், அவற்றை ஆயத்தம் செய்யும்

முறைகளையும், கையாளும் வழி வகைகளையும் முறை வல்லார் கணித்துள்ளனர். அவற்றை அளவியல் நூல்களில் கண்டு கொள்க.

இன்று வெளியார் நடத்தும் தேர்வுகளின் முடிவுகளைக்கொண்டு தலைமையாசிரியர்கள், கல்விக் குழுக்கள், கல்வித் துறையினர் ஆகியோர் பல்வேறு பள்ளிகளின் வேலையின் தரத்தையும், ஒரே பள்ளியில் பல ஆசிரியர்களின் வேலையின் தரத்தையும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்க முனைகின்றனர். பள்ளிகளில் மேற்கொள்ளப்பெறும் பல அரும் பணிகளை இம்முறையில் அளத்தல் இயலாது என்பதை அவர்கள் உணராதது மிகவும் வருந்தத் தக்க செய்தியாகும்.

அறிவியலில் எவற்றை அளப்பது ?: அறிவியலைக் கற்பிப்பதால் மாணாக்கர்கள் (1) அறிவியலில் காணும் மெய்ம்மைகளை வாழ்க்கை அநுபவங்களில் பயன்படுத்தும் திறன்களை அடைகின்றனர் ; (2) தாம் வாழும் சூழ்நிலையில் காணும் இயற்கை நிகழ்ச்சிகளின் தன்மைகளை நன்கு அறிகின்றனர் ; (3) அறிவியல் கற்றலில் கண்ட முறைகளைச் சுவைப்பதிலும் அவற்றைப் பிற துறைகளில் கையாள்வதிலும் திறன்களை எய்துகின்றனர் என்று முன்னர்க் கண்டோம்.

பள்ளிகளிலுள்ள பாடத்திட்டங்கள் மாணாக்கர்கட்குப் பிராணிகள், தாவரங்கள், பௌதிகப் பொருள்கள், சில இயற்கை நிகழ்ச்சிகள் முதலிய செய்திகளை அறிவிக்கும் நோக்கத்தையே கொண்டுள்ளன. இவற்றைக் கற்பதால் மாணாக்கர் பெறும் கவர்ச்சிகள், மனப்பான்மைகள், சுவையறி பண்புகள், திறன்கள், பழக்கங்கள், குறிக்கோள்கள், செயல் முறைகள் முதலியவை எவை என்பதைத் திட்டமாக வரையறைப்படுத்த முடியவில்லை. எனினும், அறிவியலைக் கற்பதால் மாணாக்கர் பெறும் பயன்களை நான்கு வகையாகப் பிரிக்கலாம் ; இந்த நான்கு வகையான பயன்களையும் மாணாக்கர்கள் அடைந்துள்ளனரா என்பதைச் சோதனைகளால் தேறவேண்டும்.

1. செய்திகள் : பெரும்பாலான சோதனைகள் இவற்றிற்கு முதலிடம் தருகின்றன. கற்றல் இவற்றை யறிதலே என்பதையும் நோக்கமாகக் கொண்டுள்ளன. பல செய்திகளை அறிவதால் ஏற்படும் மனநிறைவின் காரணமாக அதுவே அறிவாகவும் கருதப்பெறுகின்றது. எண்ணிப் பார்த்தால் இது தவறு என்பது தெரிய வரும். ஒன்றைப் பற்றி அறிந்து கொண்டால் மட்டிலும் போதாது ; அறிதல் மட்டிலும் அறிவு ஆகாது. பல செய்திகளை அறிதல் அவை வாழ்க்கையில் பயன்படும் அளவுக்கு அறிவாகக் கருதப்படலாம். அந்த அளவு மாணாக்கர்கள் செய்திகளை அறிதல் இன்றியமையாதது. எனவே, தேர்வுகள் அவற்றை அளத்தல் வேண்டும்.

2. உறவு முறைகள் : அறிவியலில் செய்திகள்தாம் சிந்தனைக்குத் துணையாக இருப்பவை. செய்திகளிடையேயுள்ள உறவு முறைகளை

அறிவதும் அவற்றிடையே பொதுமையாக உள்ளவற்றை அறிவதும் மிகவும் முக்கியமானவையாகக் கருதப்பெறுகின்றன. அறிவியல் கற்றலில் மாணுக்கர்கள் இவற்றை அடைதல் வேண்டும். எனவே, உறவு முறைகளை அளக்கக் கூடியவாறு சோதனைகள் அமைதல் வேண்டும்.

3. பிரச்சினைகளைத் தீர்த்தல் : அறிவு அநுபவமாக மாறும்பொழுது தான் அது வாழ்க்கையில் பயன்படுகின்றது. அறிவியல் மெய்ம்மைகள் வாழ்க்கையில் எவ்வாறு பயன்படுகின்றன என்பதை மாணுக்கர்கள் அறிந்தால்தான், அறிவியலின் முழுப் பயனையும் எய்தப்பெறுவர்; அறிவியல் சிந்தனையையும் அடைவர். எனவே, அறிவியல் முறைகளை விளக்கக் கூடியவாறும் சோதனைகளை ஆயத்தம் செய்தல் வேண்டும்.

4. மனப்போக்கும் கவர்ச்சியும் : இவற்றை அளப்பது மிகவும் கடினம். கவர்ச்சிகள் யாவை? மனப்போக்குகள் யாவை? என்பவற்றைப்பற்றி இன்னும் திட்டமாக வரையறை செய்யப் பெருததால், அவற்றைச் சரியாக அளக்க முடிவதில்லை. அன்றியும், அவற்றை அளக்கும் முறைகளையும் இன்னும் சரியாகக் கண்டறியவில்லை. என்றுலும், ஒரு சில முன்னேற்றமான கூறுகள் கண்டறியப்பெருமலும் இல்லை. அவற்றையும் ஓரளவு சோதனைகள் அளத்தல் வேண்டும்.

இவ்வாறு பல்வேறு கூறுகளை அளக்கக் கூடிய பல்வேறு சோதனைகளை **சாண்டர்ஸ்** என்பார் எழுதியுள்ள 'பொது அறிவியல் கற்பித்தல்' என்ற நூலில் காண்க.[1]

நடைமுறையிலுள்ள தேர்வுகள் : இன்று அறிவியல் கற்பித்தலில் கீழ்க்கண்ட சோதனைகள் நடைமுறையிலிருந்து வருகின்றன :

(1) வாய்மொழிச் சோதனைகள்;

(2) எழுத்துமுறைச் சோதனைகள்;

(அ) பழைய கட்டுரை முறைச் சோதனைகள்;

(ஆ) புதுமுறைச் சோதனைகள்;

(3) செயல் முறைச் சோதனைகள்.

இவை ஒவ்வொன்றையும்பற்றி ஈண்டு ஒரு சிறிது ஆராய்வோம்.

வாய்மொழித் தேர்வுகள் : வாய்மொழி விஞக்களைக்கொண்டு எதையும் முடிவான நிலையில் அளந்து காணல் இயலாது. ஆழ்ந்த அநுபவம் மிக்க ஆசிரியர்களாலும் இதைத் திறம்படக் கையாள முடியாது. எனவே, இவற்றை அறிவியல் பயிற்றுதலில் மேற்கொள்வதில்லை. ஆனுல், வாய்மொழி விஞக்களால் யாதொரு பயனும் இல்லை என்று முடிவு கட்டுதலும் தவறு. அவற்றை அளத்தல் கருவியாக மேற்கொள்வதைவிடக் கற்பிக்கும் கருவியாக மேற்கொண்டால் நிறைந்த பயனை அடையலாம் என்பது முறை வல்லார்

1. Saunders, H. N. : *The Teaching of General Science in Tropical Modern Secondary schools* : Chap. VIII.

கண்டறிந்த பேருண்மையாகும். மாணுக்கர்களைப் பல்வேறு செய்திகளை நினைவு கூரச் செய்வதற்கு இவற்றைப்போல் சிறந்த சாதனங்கள் வேறு இல்லை என்று துணிந்து கூறலாம்.

சிறந்த வினுக்களின் மூலமாகத்தான் சமயப் பெரியார்கள் யாவரும் நுட்பமான கருத்துக்களையும் தெளிவாக விளக்கியுள்ளனர். கிப்ளிங் என்ற கவிஞர் வினுக்களின் பயனைக்குறித்து இவ்வாறு கூறுகின்றார் :

அன்பால் என்பாற் பணிபுரிவோர்
அறுவர் உளர்;என் னிடத்தமைந்த
இன்பார் அறிவுச் செல்வமெலாம்
இவர்தந் தனவே ; அவர்பெயர்கள்
மின்போல் தோன்றும் ஏன்? எங்கன்?
எப்பொழு(து) ? எங்கே? யார்?என்ன ?
என்போர் : இவர்கள் நெறிதவரு
திசைந்த பண்பா டுடையவரால்.[1]

நன்னூ லாசிரியரும் அறுவகை வினுக்களைக் குறித்து,

அறிவுஅறி யாமை ஐயுறல் கொளல்கொடை
ஏவல் தரும்வினு ஆறும் இழுக்கார்.[2]

என்று கூறியிருப்பது ஈண்டுச் சிந்திக்கற்பாலது. பட்டறிவு மிக்க ஆசிரியர்களும் வினுக்களைக் கையாள்தல் எளிதன்று. வினுக்களைத் திறனுடன் கையாள்பவரே சிறந்த ஆசிரியராவார்.

வினுக்களின் பயன் : வகுப்பறையில் கற்பித்தலில் வாய்மொழி வினுக்களால் நான்கு நோக்கங்கள் நிறைவேறுகின்றன. **முதலாவது :** மாணுக்கர்களின் அடிப்படை அறிவை அறிந்துகொள்வதற்குப் பயன் படுகின்றன. அடிப்படை அறிவை ஆசிரியர் நன்கு அறிந்தால்தான் அஃதுடன் எளிதாக இணையவல்ல புதிய செய்திகளைக் கற்பிக்க இயலும். **இரண்டாவது :** வினுக்களால், மாணுக்கர்களின் திரிபுணர்வுகளையும், புரிந்து கொள்வதில் அவர்கட்கு நேரும் இடர்ப்பாடுகளையும் அறிந்து கொள்ளலாம் ; அவர்களின் மனம் புதிய பகுதிகளைக் கற்பதில் நன்முறையில் ஈடுபடுகின்றதா என்று அறிந்துகொள்ளவும் வினுக்கள் பயன்படுகின்றன. **மூன்றுவது :** பாடவளர்ச்சியின்பொழுது மாணுக்கர்கள் மனத்தைக் கவனத்தில் ஈர்க்கவும், கற்பித்தலில் அவர்கள் ஒத்துழைப்பைப் பெறவும் வினுக்கள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. காரண காரியத் தொடர்புள்ள அறிவியல் பாடங்களில் அவற்றின் பயன்

---

1 I Keep six honest serving men ;
They taught me all I know
Their names are What and Why and When
And How and Where and Who.

—Kipling

2 நன்னூல்- நூற்பா.—385

மிகவும் அதிகம். **நான்காவது :** கற்பிக்கப்பெற்றவை மாணுக்கரின் மனத்தில் விளக்கம் பெற்றுள்ளனவா என்பதை அறிந்துகொள்ளவும் வினுக்கள் பயன்படுகின்றன. ஒரு பாடத்தின் இடை இடையே அல்லது இறுதியில் இவ்வினுக்கள் பெரிதும் பயன்படும். அவ்வப் பொழுது மாணுக்கர்களின் அறிந்துகொள்ளும் திறனை அறிந்து கொள்ளாது கற்பித்தலால் யாது பயன் ?

வினுக்களை விடுக்கும் முறை : வினுக்கள் தெளிவுணர்ச்சியைத் தர வேண்டுமேயன்றி ஐயவுணர்ச்சியையோ திரிபுணர்ச்சியையோ தருதல் கூடாது. தாய்மொழியில் கற்பிக்கப்பெறினும், வினுக்களில் கையாளப் பெறும் மொழி மயக்க உணர்ச்சியைத் தருதலும் கூடும். வகுப்பு களில் எல்லோரையும் நோக்கி வினுக்களை விடுத்து, அவர்களைச் சிந்திக்கச் செய்து, பிறகு குறிப்பிட்டவர்களை அவற்றிற்கு விடைகள் தரும்படி ஏவுதலே சிறந்தது. சரியான விடையை ஒருவர் தரினும், மேலும் பலரை விடைகூறச் செய்தலால் இன்னும் தெளிவு பிறக்கும். வினுக்களால் மாணுக்கரின் அறிவினை வெளிப்படுத்த வேண்டுமேயன்றி அறியாமையைக் கிளர்ந்தெழச் செய்தல் ஆகாது. ஆசிரியர் விடுக்கும் வினுக்கள் காரண காரியத் தொடர்புடன் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியைப் பற்றி இருக்கவேண்டுமேயன்றி பரந்த நிலையில் அமைந்து மாணுக்கரின் கவனத்தைச் சிதற அடித்தல் கூடாது. தகவல்களை அறியவல்ல வினுக்கள் சிறந்தவை ; உட்பொருள் அமைந்து மாணுக்கர் சிந்தனையைத் தூண்டும் வினுக்கள் அவற்றினும் சிறந்தவை ; மாணுக்கர்களே தம் முயற்சியால் சரியான விடைகளைக் காணச்செய்யும் வினுக்களும், அவர்கள் அறிவைப் பயனுள்ள துறைகளில் செயற்படுத்த வல்ல வினுக்களும் அனைத்தினும் சிறந்தவை.

சில சிறு வினுக்களைக்கொண்டு பழைய பாடத்தைத் திருப்பி விடலாம். 'ஆம்' அல்லது 'இல்லை' என்ற விடைகளைத் தரும் வினுக்களை இயன்றவரை நீக்குதல் வேண்டும். சற்று நீளமான விடையை நல்கவல்ல வினுக்களையும் விடுக்கலாம். வகுப்பில் மாணுக்கரின் கவனத்தை நிலைபெறச்செய்ய வேண்டியிருப்பதால், பல்வேறு அறிவு நிலையிலுள்ள மாணுக்கர்களும் விடை பகர வல்லன வாக வினுக்களின் தரம் அமைதல் வேண்டும். குறைமதியினருக்கும் நிறை மதியினருக்கும் ஏற்ற வினுக்கள் அமைதல் சாலச் சிறப்புடைத்து. திக்குவாய் மாணுக்கர்களை வினவும்பொழுது சுருங்கிய விடையமைந்த வினுக்களையே கையாளுதல் மிகவும் இன்றியமையாதது.

சில சமயம் மாணுக்கர்களையே வினுக்களை விடுக்கும்படி ஏவலாம். பாட இறுதியில் ஆசிரியர் விடுக்கக்கூடிய வினுக்களை மாணுக்கர்களை விடுக்கும்படியும் தூண்டலாம். பாடவேளையின் இறுதியில் ஐந்து நிமிடங்கள் இதற்கெனவே ஒதுக்கி வைத்துக்கொள்ளலாம். இம் முறையால் நிறைந்த பயனை அடைவதை அநுபவத்தில் காணலாம்.

ஆசிரியரே பாடங்களைக் கற்பித்தலைவிட வகுப்பை ஒரு ஆய்வுக்கூடம் போலாக்கிப் பாடத்தையும் ஆராயும் பொருளாக அமைத்து மாணாக்கர்களையே அதில் பெரும் பங்கு கொள்ளும்படியும் செய்யலாம். இம்முறையால் மாணாக்கர்களின் பலவகைப்பட்ட கவர்ச்சிகளை அறிவதுடன், அவர்களிடையே ஆராய்ச்சி மனப்பான்மையையும் வளர்க்கலாம். ஆராய்ச்சி மனப்பான்மை அறிவியல் கற்பதற்கு மிகவும் இன்றியமையாத தொன்றன்றோ?

எழுத்து (பழைய கட்டுரை) முறைச் சோதனைகள்: பழைய முறைப்படி கட்டுரை வினாக்களின் வாயிலாகவே தேர்வுகள் யாவும் நடைபெற்றன. மூன்று அல்லது இரண்டரை மணிக் கால அளவில் ஐந்து அல்லது ஆறு வினாக்களை விடுத்து ஒரு பாடம் முழுவதிலும் ஒரு மாணாக்கனுக்கு இருக்க வேண்டிய ஒன்று முதல் மூன்று ஆண்டு அறிவை இம்முறைத் தேர்வால் அளந்து அறிய முனைகின்றனர். அறிவியலில் கட்டுரை முறை வினாக்களால், அறிவியல் கொள்கைகளைப்பற்றிய விளக்கங்கள், அறிவியல் செய்முறைகளின் விவரங்கள், பிரச்சினைகளின் விடைகள், துணைக்கருவிகளைப்பற்றிய வருணனைகள், அறிவியல் வரலாற்றுச் செய்திகள், அறிவியல் வாழ்க்கைத் துறையில் பயன்படும் முறைகள் முதலியவற்றைப் பற்றிய அறிவினைத் தேறலாம். இவற்றில் பல குறைகளும் உள; நிறைகளும் உள.

கட்டுரை முறைச் சோதனைகளிலுள்ள குறைகளை யெல்லாம் ஆராய்வதற்கு இஃது இடம் அன்று. முக்கியமான ஒரு சிலவற்றை மட்டிலும் ஈண்டுக் காண்போம். கட்டுரைமுறைச் சோதனைகளில் இரண்டு பெருங் குறைகளும் அவற்றுடன் தொடர்புகொண்ட பல சிறு குறைகளும் அறிஞர்களால் காட்டப்பெறுகின்றன.

ஒன்று: கட்டுரைமுறைச் சோதனைகளால் உண்மையாக அளந்தறியும் பகுதி மிகவும் குறைவு. பல வினாக்களை விடுப்பதற்கு வாய்ப்பில்லை. ஒருசில வினாக்களைக்கொண்டு பாடத் திட்டம் முழுவதையும் அறிந்துள்ளனரா என்பதை அறுதியிடுதல் தவறு. எனவே, இம்முறைச் சோதனை 'அதிர்ஷ்டம்' என்ற கூற்றினைக் கொண்டதாகின்றது; குருட்டுத்தனமாக மனப்பாடம் செய்வதற்கு வழியாகவும் அமைந்துவிடுகின்றது.

இரண்டு: இம்முறைச் சோதனைகளில் மாணாக்கர்கள் எழுதும் விடைத்தாள்களை 'நம்பகம்' இன்றித் திருத்துதல் எளிதன்று. பல தேர்வாளர்கள் ஒரு விடைக்கு ஒரே விதமாக மதிப்பெண்கள் தருவதில்லை; அதுபோலவே, ஒரே தேர்வாளர் ஒரு விடைக்கு அளிக்கும் மதிப்பெண்கள் நாளுக்கு நாள் மாறுபடுவதுண்டு. தேர்வாளர்கள் "முக்குண வசத்தால் முறை பிறழ்ந்து" போவதும்

உண்டு. இக்குறைகளை நீக்க ஒருசில திட்டங்களை மேற்கொண்டாலும் குறைகள் யாவும் நீங்கிவிடும் என்று சொல்வதற்கில்லை.

மூன்று : கட்டுரைமுறைச் சோதனைகளில் வேறு பல சிறு குறைகளும் உள்ளன. நிறைமதி மாணுக்கன் எழுதும் குறையுள்ள விடைக்கு அதிக மதிப்பெண்ணும் குறைமதி மாணுக்கன் எழுதும் நிறையுள்ள விடைக்குக் குறைந்த மதிப்பெண்ணும் தருவதைத் தவிர்க்கமுடிவதில்லை. விடைத்தாள்களுக்கு உரியோரை அறியுங்கால் இந்நிலை ஏற்படுகின்றது. கையெழுத்து, மொழிநடை, எழுத்து இலக்கணப் பிழைகள் ஆகியவற்ருல் மதிப்பெண்கள் குறைவதும் உண்டு. ஒருசிலர் இவற்றிற்காகக் குறைக்கின்றனர் ; வேறு சிலர் இவற்றைக் கவனிப்பதே இல்லை. ஒரே தேர்வாளர் ஒருநாளில் இவற்றைக் கவனித்தலும் பிறிதொரு நாள் கவனியாது இருத்தலும் உண்டு. மாணுக்கரின் நடத்தை என்று ஆசிரியர் கருதுவதற் கேற்றவாறு மதிப்பெண் மாறுபடவும் கூடும். இவைபோன்ற பிற குறைகளை **பாலார்டு, கிரீன் - ஜார்ஜென்ஸன், லின்குஸ்டு** போன்ற அறிஞர்கள் எழுதியுள்ள அளவை நூல்களில் கண்டு கொள்க.

ஒருசில நிறைகளையும் ஈண்டுக் காட்டுவோம்.

(1) வினுக்களை ஆயத்தம் செய்வதும் அவற்றை மாணுக்கர்களுக்கு அளிப்பதும் எளிது. ஆயத்தம் செய்வதற்கு அதிகக் காலம் தேவையில்லை. அவற்றிற்கு விடை எழுதும் முறைகளையும் மாணுக்கர்கட்கு விளக்குதல் எளிது.

(2) எல்லாப் பாடங்களுக்கும் இவற்றைப் பயன்படுத்தலாம். தகவல்களை மட்டிலும் அறிவதற்கு இம்முறை வினுக்கள் பெரிதும் பயன்படும்.

(3) செய்திகளைக் காரண காரிய முறையில் அமைக்கும் சிறந்த மனப் பயிற்சியை அளிப்பதற்கும், அவற்றை வகைப்படுத்தி எடுத்து இயம்புவதற்கும், மொழிநடையை வளர்ப்பதற்கும் இம்முறை வினுக்கள் நல்ல வாய்ப்புகளை நல்குகின்றன.

பல ஆண்டுகளாக கட்டுரைச் சோதனைகளைக் குறை கூறினுலும், அவற்றை இன்னும் அடியோடு நீக்கமுடியவில்லை. இம்முறைத் தேர்வுகளிலுள்ள குறைகளை நீக்குவதில் முறைவல்லார் முனைந்துள்ளனர். அவற்றின் விவரங்களை அறிஞர்கள் எழுதியுள்ள அளவை நூல்களில் கண்டு கொள்க.[1]

எழுத்து (புது) முறைச் சோதனைகள்: கட்டுரை முறைச் சோதனைகளிலுள்ள குறைகளை நீக்குவதற்காகவே புதுமுறைச் சோதனைகள் கையாளப்பெறுகின்றன. இவற்றில் மாணுக்கர்கட்கு எழுதும் வேலை அதிகம் இல்லை ; ஒரு சில சொற்கள், சொற்றொடர்களைக் கொண்டே

1. Greene and Jorgenson : *Measurement and Evaluation in Secondary School* pp. 143—149.

வினுக்களுக்கு விடையிறுத்து விடலாம் ; சில வினுக்களுக்குக் கூட்டல் குறி, கழித்தல் குறி போன்ற குறியீடுகளாலேயே விடை அளித்து விடலாம் ; அடியிற் கோடிட்டுக் காட்டியே சிலவற்றிற்குச் சரியான விடையை அளித்துவிட முடியும். புதிய முறைத் தேர்வுகளால் ஏற்படும் நிறைகளை முதலில் காண்போம்.

நிறைகள் : (1) எல்லாப் பகுதிகளின் அறிவையும் தேற முடிகின்றது ; அதிகமான வினுக்களைக்கொண்டு மிகுதியான பொருளறிவை அளந்து விடலாம்.

(2) வினுக்களுக்குரிய விடைகள் மிகவும் சுருக்கமாக இருப்பதால் திருத்துவது எளிது ; விரைவாகவும் திருத்திவிடலாம். உயிரற்ற பொறிகளும் இவற்றைத் திருத்திவிடக் கூடும். ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சரியான விடை இராததால், சினம், மகிழ்ச்சி முதலிய உளச் சுவைகளின் மேலீட்டாலும் விருப்பு வெறுப்பு உணர்ச்சிகளாலும் விடைத் தாள்களை மதிப்பிடுவதில் மதிப்பெண்கள் வேறுபடக் காரணமில்லை.

(3) பொருளறிவு மட்டுமன்றிக் கால உணர்ச்சி, காரண காரியத் தொடர்பு, தீர்மானிக்கும் ஆற்றல் முதலிய திறன்கள் யாவும் மதிப்பிடப்பெறுகின்றன. குறுகிய காலத்தில் அதிகப் பாட எல்லைகள் சோதிக்கப்பெறுவதால், குருட்டுப் பாட அறிவிற்கு இங்கு இடம் இல்லை.

(4) மாணுக்கர்களின் விடைகள் திட்டமாக அமைய வேண்டியிருப்பதால் விருப்பப்படியெல்லாம் 'கயிறு விடுவதற்கு' இங்கு இடமில்லை.

(5) இம்முறைச் சோதனைகள் ஒருநிலையாக்கப்பெற்ருல், பல பள்ளிகளின் வேலையை ஒப்பிட்டுப் பார்க்க முடியும்.

ஆசிரியர்களும் திறனுய்வாளர்களும் புதிய முறைச் சோதனைகளில் பல குறைகளைக் காட்டுகின்றனர். அவற்றையெல்லாம் தொகுத்துரைத்தல் எளிதன்று. முக்கியமான ஒரு சிலவற்றை மட்டிலும் ஈண்டுக் கூறுவோம்.

குறைகள் : (1) கருத்துகளைக் காரண காரிய முறையில் எடுத்துக் கூறுவதற்கும், பொருள்களின் வரையறவுகளைக் கூறித் தெளிவுபடுத்தி விளக்கிக் காட்டுவதற்கும், தொகுத்தல், வகுத்தல், விரித்தல், சுருக்கல் முதலியவற்றில் மாணுக்கர்கள் அடைந்திருக்கும் தகுதியின் அளவை வெளிப்படுத்துவதற்கும் இதில் வாய்ப்பு இல்லை. சிறந்த மொழி நடைப்பயிற்சிக்கு இங்கு இடமே இல்லை.

(2) வெறும் பொருளறிவுக்கு அதிக மதிப்பினை நல்குகின்றது. சிந்திக்கும் ஆற்றலை உண்டு பண்ணவும், வளர்க்கவும் இதில் இடம் இல்லை.

(3) உத்தேசமாக விடையளிப்பதற்கு அதிக வாய்ப்புக்களுள்ளன என்றும், இதனால் இம்முறை வினாக்களால் தேறுவது சரியானதல்லவென்றும் கூறுகின்றனர்.

(4) இம்முறை வினாக்களை ஆயத்தம் செய்வது எளிதன்று; பட்டறிவு மிக்க ஆசிரியர்கள் மட்டுமே இவற்றை நல்ல முறையில் ஆயத்தம் செய்யலாம்.

(5) இவற்றை அச்சிடுவதில் அதிக பொருட் செலவு நேரிடுகின்றது. எல்லாப் பள்ளிகளும் அதிக செலவைப் பொறுக்க முடியாது.

இவை போன்ற வேறு சில குறைகளும் உள்ளன. அவற்றையெல்லாம் உரிய அளவை நூல்களில் கண்டு கொள்க. சிந்தித்துப் பார்த்தால் அவை யாவும் எளிதில் களையக் கூடியவை என்றும், பெரும்பான்மையானவை கையாள்பவர்களால் நேரிடும் குறைகளேயன்றி முறையின் குறைகளல்லவென்றும் அறியலாம்.[1]

முடிவு: பழைய முறைச் சோதனைகள் சிறந்தனவா? அன்றி புதுமுறைச் சோதனைகளா? என்று வினவுகின்றனர். இஃது ஒரு தச்சனை நெருங்கி அவன் கையாளும் கருவிகளில் சிற்றுளி சிறந்ததா? அன்றி கொட்டாப்புளியா? என்று வினவுவது போலுள்ளது. இதற்குச் சரியான விடை கூறுவது கடினம்; வினா தெளிவற்றதாக இருப்பதால் விடையும் அப்படித்தான் இருக்கும். இவ்வினாவையே ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் ஒரு திட்டமான கூறினைச் சோதிப்பதற்கு இரண்டு முறையில் எது சிறந்தது என்று வினவினால் ஒருவாறு மனநிறைவு கொள்ளும் முறையில் விடை கூறலாம். தச்சு வேலைக்கு உளியும் வேண்டும்; கொட்டாப்புளியும் வேண்டும். அதுபோலவே தேர்வு வேலையில் இரண்டு முறைச் சோதனைகளும் வேண்டும். அறிவியல் பாடத்தில் செயல்முறைகள், கொள்கைகளைப் பயன் படுத்துதல், கணக்குகளைச் செய்தல், விளக்கந் தருதல் போன்ற கூறுகளையும் தேறவேண்டும். புதுமுறைத் தேர்வுகளில் சிறப்பாகக் காணப்பெறும் "தூண்டும் கூறினை"க் கட்டுரைச் சோதனைகளில் நுழைக்கலாம். எனவே, புதுமுறைச் சோதனைகளும் குறைந்த அளவில் விடையை எழுதவல்ல கட்டுரைச் சோதனைகளும் கலந்த தேர்வுகள் அறிவியல் பாடத்திற்கு மிகவும் ஏற்றவையாக இருக்கும் என்று கூறலாம்.

புதுமுறைச் சோதனைகள்—சில வகைகள்

முறைவல்லார் கிட்டத்தட்ட முப்பத்தைந்து வகை புதுமுறைச் சோதனைகளைக் கண்டறிந்துள்ளனர். ஆனால், நடைமுறையில் ஏழு அல்லது எட்டு வகைச் சோதனைகள்தாம் பயன்படுத்தப்பெறுகின்றன.

---

1. Bossing *Progressive Methods of Teaching in Secondary schools.* என்ற நூலில் தேர்வுகள்பற்றிய இயலைக் காண்க.

பொதுவாக, புதுமுறைச் சோதனைகளை இரண்டு பிரிவில் அடக்கிக் கூறுவர். ஒன்று, நினைவுகூர் வகைச் சோதனைகள்; மற்றொன்று, மறித்துணர் வகைச் சோதனைகள். முதற் பிரிவில் எளிய நினைவு கூர் சோதனைகளும் நிரப்புச் சோதனைகளும் அடங்கும். இரண்டாவது பிரிவில் பொறுக்குச் சோதனைகள், சரி—தப்புச் சோதனைகள், இணைக்கும் சோதனைகள், சிறந்த விடைச் சோதனைகள் போன்றவை யாவும் அடங்கும். இவை ஒவ்வொன்றையும்பற்றி ஈண்டு ஒரு சிறிது ஆராய்வோம்.

எளிய நினைவுகூர் சோதனைகள்: நினைவுகூர் வகைச் சோதனைகளில் இவ்வகைதான் எங்கணும் பெரு வழக்கிலுள்ளது. இவ்வகை வினாக்கள் மிகச் சுருங்கிய முறையில் விடையைக் கொண்டவை. ஒரு சொல் அல்லது சொற்றொடர், ஓர் எண் அல்லது குறியீடு சரியான விடையாகவும் அமைதல் கூடும்.

(எ - டு.) அடியிற் கண்ட வினாக்களுக்கு ஒரு சொல் அல்லது சொற்றொடரில் விடை தருக. வினாக்களுக்கெதிரேயுள்ள பகர அடைப்பினுள் விடையை எழுதுக.

(1) காற்றின் அமுக்கத்தை அளக்கும் கருவியின் பெயர் என்ன? [ ]

(2) நல்ல இரத்தம் செல்லும் குழாய்களின் பெயர் என்ன? [ ]

(3) பித்த நீர் எங்கு ஊறுகின்றது? [ ]

(4) காற்றில் அதிக அளவு கலந்துள்ள வாயுவின் பெயர் என்ன? [ ]

(5) வெப்பத்தை அளக்கும் மூல அளவு என்ன? [ ]

(6) மின்னுக்கப்பொறியின் தத்துவத்தைக் கண்டுபிடித்தவர் யார்? [ ]

(7) ஒரு நிலைக்கப்பியின் இயந்திர லாபம் என்ன? [ ]

(8) கடிகாரம் சரியாக ஓடுவதற்கு என்ன மாதிரி ஊசலியைப் பயன்படுத்தலாம்? [ ]

(9) தாமிரத்தில் பெயர் வெட்டப் பயன்படுத்தும் திரவத்தின் பெயர் என்ன? [ ]

(10) தூரப் பார்வைக்கு எந்த வில்லை பயன்படுத்தப்பெறுகின்றது? [ ]

இவ்வகைச் சோதனைகளை ஆயத்தம் செய்வது எளிது. இவற்றால் பொருளறிவினை மட்டிலுந்தான் தேறலாம். இவற்றால் சிக்கலான பொருத்தங்களை அறிதல், காரண காரிய முறையில் முடிவு காணல், விதிகளைப் பொருத்துதல், ஒப்பிட்டுக் காணல் போன்ற திறன்களை அளத்தல் இயலாது. ஆனால், மாணக்கர்களின் பொருளறிவை மிக நன்றாகத் தேறலாம். இவ்வகை வினாக்கள் மாணக்கர்களுக்குச் சுருக்க மாக விடையிறுக்கவும், திட்டமாகச் சிந்திக்கவும் பயிற்சி அளிக் கின்றது. குறைந்த காலத்தில் பெரும்பகுதியை நன்கு தேறி விடலாம். மாணக்கர் இவற்றை அறிதல் எளிது ; ஆசிரியர்கள் விடைகளைத் திருத்துவதும் எளிது.

நிரப்புச் சோதனைகள் : இவை வாக்கியமாகவும் இருக்கும் ; பத்தியாகவும் இருக்கும். சாதாரணமாக இவை பெருவழக்கிலுள்ளவை ; பொருளறிவைத் தேறுவதற்குப் பயன்படுபவை. இவற்றில் மாணக்கர் களுக்கு அதிகமான எழுத்து வேலை இல்லை. மிகவும் சிக்கலான பொருள்களையும் இம்முறைச் சோதனைகளால் தேறலாம். அதிகமான காலி இடங்களை அமைத்தால் விடையளிப்பது கடினம்.

(எ - டு.)

1. வயிற்றில் ஊறும் செரிமான நீரின் பெயர்——.
2. கை தோளுடன்——மூட்டால் இணைந்துள்ளது.
3. மயில் துத்தத்தின் வேதியியல் பெயர்——.
4. பூக்கள்———பிறகு கருத்தரிக்கின்றன.
5. அயோடின் இதில் கரையும்——.
6. சிறுகுடலின் நீளம் சுமார்——அடி.
7. மருத்துவர் வெப்பநிலை மானி——°லிருந்து——°வரை.
8. ஒரு அமிலம்+ஒரு காரம்= ——.
9. திருகாணியின் இயந்திர லாபம்——.
10. இந்த வில்லையில் கிடைப்பது மாய பிம்பமே——.

இம்முறைச் சோதனைகள் கீழ் வகுப்புகளுக்கு மிகவும் ஏற்றவை. ஏற்ற சொல்லை எழுதும்முன் ஒரு முறை தொடர் மொழியைப் படித்துப் பின் சொல்லை அமைத்துப் பின்னும் ஒரு முறை தொடர் மொழியைப் படித்துத் தொடர் மொழி சரியான பொருளைத் தருகின்றதா என்று பார்க்கும்படி அறிவுறுத்துதல் வேண்டும்.

பொறுக்குச் சோதனைகள் : ஒருநிலையாக்கப்பெற்ற சோதனைகளில் இவ்வகைதான் மிக்க செல்வாக்குப் பெற்றுள்ளன ; பெருவழக்கிலு முள்ளன. ஒரு பொருள்பற்றிய ஒரு தொடர் மொழி நான்கு அல்லது ஐந்து சொற்கள் அல்லது சொற்றொடர்களைக்கொண்டு முடியும்படி அமைக்கப்பெற்றிருக்கும். சரியான விடையை அறியாதவர்களுக்கு அனைத்தும் பொருத்தமாக இருப்பதுபோல் தோன்றும் ; அறிந்தவர் களுக்குச் சரியாகவுள்ள ஒன்று நன்கு புலப்படும். மாணக்கர்கள் சரி

யானதைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். கிட்டத்தட்டப் பொருத்தமாக வுள்ள விடைகளின் எண்ணிக்கையை அதிகமாக்கினால் உத்தேசமாக விடையிறுக்கும் வாய்ப்பு குறையும். நான்கு விடைகள் உள்ளபொழுது 25% தான் உத்தேச விடை தருவது அமைகின்றது: ஐந்து விடைகள் உள்ளபொழுது 20% தான் அஃது அமைகின்றது.

(எ-டு.) கீழ்க்கண்டவற்றுள் சரியானவற்றின் எண்ணை பகர வளை வினுள் இடுக.

1. **காற்றில் ஒலியின் வேகம்** [ ]
   (அ) வினாடி ஒன்றுக்கு 10 அடி
   (ஆ) வினாடி ஒன்றுக்கு 550 அடி
   (இ) ஐந்து வினாடிக்கு 1 மைல்
   (ஈ) மணி ஒன்றுக்கு 60 மைல்
   (உ) நிமிடம் ஒன்றுக்கு 20 மைல்

2. **இது ஓர் அலோகம்** [ ]
   (அ) சோடியம்
   (ஆ) பொட்டாசியம்
   (இ) கார்பன்
   (ஈ) மணல்
   (உ) பாதரசம்

3. **ஆகாயத்தில் வானவில் தெரிவதற்குக் காரணம்** [ ]
   (அ) ஒளித் திருப்பம்
   (ஆ) ஒளி முறிவு
   (இ) ஒளிச் சிதறல்
   (ஈ) ஒளி விலகல்
   (உ) பூமியிலுள்ள பலவித பூக்கள்

4. **இந்த வாயு எரியும் தன்மையுடையது** [ ]
   (அ) ஆக்ஸிஜன்
   (ஆ) ஹைட்ரஜன்
   (இ) குளோரின்
   (ஈ) கரர்பன் டை-ஆக்ஸைடு
   (உ) நைட்ரோஜன் ஆக்ஸைடு

5. **ஒருவருக்குப் புளிச்சேப்பம் வருவதற்குக் காரணம்**
   (அ) உணவில் அதிக புளி சேர்ந்திருப்பதால்
   (ஆ) நன்றாகப் பல் துலக்காததால்

(இ) நல்ல தூக்கம் இல்லாததால்
(ஈ) அதிக ஹைட்ரோ குளோரிக அமிலம் சுரப்பதால்
(உ) பித்தநீர் சுரக்காததால்

6. ஒரு திடப்பொருள் ஒரு திரவத்தில் மூழ்கியிருக்கும்பொழுது அடையும் எடை இழப்பு இதைப் பொறுத்தது [ ]
(அ) பொருள் அமுக்கப்பட்டுள்ள ஆழம்
(ஆ) எடுத்துக்கொண்ட திரவத்தின் கனஅளவு
(இ) திரவத்தின் அடர்த்தி
(ஈ) திடப் பொருளின் அடர்த்தி
(உ) பாத்திரத்தின் வடிவம்

இணைக்கும் சோதனைகள் : குறித்த பொருளறிவைத் தேறுவதற்கு இவை சிறந்தவையாகும். பொறுக்குச் சோதனைச் செய்திகளே இம்முறையில் இணைக்கப்பெறுகின்றன. ஒன்றற்கொன்று தொடர்புள்ள செய்திகளை இரண்டு வரிசைகளில் அமைத்து அவற்றுள் ஏற்றவற்றைச் சேர்க்குமாறு செய்தல் இம்முறைச் சோதனைகளாகும்.

(எ-டு.) கீழ்க்கண்டவற்றில் 'அ' பிரிவிலுள்ளவற்றை 'ஆ' பிரிவிலுள்ளவற்றுடன் பொருத்தமாக இணைத்துக் காட்டுக. பகரவளைவினுள் 'அ' பிரிவிலுள்ளவற்றின் எண்ணை மட்டிலும் குறித்தால் போதும்.

அ-பிரிவு	ஆ-பிரிவு	
1. படிக்காரம்	(அ) காப்பர் சல்ஃபைடு	[ ]
2. நவாச்சாரம்	(ஆ) சோடியம் பை கார்பனேட்டு	[ ]
3. மயில் துத்தம்	(இ) அம்மோனியம் குளோரைடு	[ ]
4. ரொட்டி சோடா	(ஈ) மெர்க்குரிக குளோரைடு	[ ]
5. சலவை சோடா	(உ) பொட்டாசியம் குளோரேட்டு	[ ]
6. வெடியுப்பு	(ஊ) மெக்னீசியம் சல்ஃபேட்டு	[ ]
7. எப்சம் உப்பு	(எ) அயக சல்ஃபேட்டு	[ ]
8. பூரம்	(ஏ) ஈய ஆக்ஸைடு	[ ]
9. ஈயச் செந்தூரம்	(ஐ) சோடியம் கார்பனேட்டு	[ ]
10. அன்னபேதி	(ஒ) மெக்னீசியம் சல்ஃபேட்டு	[ ]

அ-பிரிவு	ஆ-பிரிவு	
11. இந்துப்பு	(ஓ) எரி கண்ணுடி	[ ]
12. கலிஞ	(ஔ) பாதரசத் தாது	[ ]
13. தூய்மையற்ற குருதி	(க) புப்புசத் தமனி	[ ]
14. சின்னபார்	(ங) ஈயத் தாது	[ ]
15. குவி வில்லை	(ச) பென்சிலின்	[ ]
16. தூய்மையான குருதி		
17. கலப்பு உலோகம்		
18. காளான் வகை		

இவற்றில் பலவகை உண்டு; அவற்றை அளவை நூல்களில் கண்டு கொள்க.

மாறி மாறி வரும் சோதனைகள் : உடன்பாடு, எதிர்மறை ஆகிய இரண்டு வகை விடைகளைக் கொண்ட வினுக்களை இம்முறைச் சோதனை களில் அமைப்பர். சரி-தவறு, ஆம்-இல்லை என்று விடை அளிப்பது இச்சோதனைகளின் போக்காகும்.

(எ-டு.) கீழ்வருவனவற்றில் சரியானவற்றிற்குச் (சரி) என்ற குறியையும் தவறுனவற்றிற்குத் (தவறு) என்ற குறியையும் ஒவ்வொன்றிற்கும் எதிராகவுள்ள பகரவளைவினுள் இடுக.

(1) ஒரே குறுக்களவுள்ள இரும்புச் சட்டத்தில் சிறியதை வளைப்பதைவிட பெரியதை வளைப்பது எளிது. [ ]

(2) தேங்காய் எண்ணெய் நீரைவிட அதிக அடர்த்தியுள்ளது. [ ]

(3) காற்று இலேசானது. ஒரு டயரில் அதிக காற்றைச் செலுத்திஞல் டயரின் எடை குறையும். [ ]

(4) உணவில் வைட்டமின்கள் சரியாக இல்லாததால்தான் மக்களுக்கு நோய்கள் உண்டாகின்றன. [ ]

(5) மாங்கனீஸ் டை - ஆக்ஸைடிலிருந்து ஆக்ஸிஜன் தயாரிக்கலாம். [ ]

இவ்வகைச் சோதனைகளை வேறு விதமாகவும் அமைக்கலாம். ஒரு-சில எடுத்துக்காட்டுகளை ஈண்டுத் தருவோம்.

(எ-டு.)-1. சலவை சோடாவில் ஒரு நீர்த்த அமிலத்தை ஊற்றிஞல் கார்பன் டை ஆக்ஸைடு வாயு வெளிவரும். ஒரு சிறுவன் சில சலவை சோடாப் படிகங்களின்மீது ஒரு திரவத்தை ஊற்றினுன்; நுரைத் தெழல் காணப்பெறவில்லை. கீழ்க்கண்டவை அதற்குக் காரணங் களாகத் தரப்பெறுகின்றன. ஒவ்வொன்றின் எதிரிலுள்ள பகரவளை

வினுள் அ, ஆ, இ, ஈ என்ற எழுத்துகளில் பொருத்தமானவற்றை எழுதுக.

அ - சரி.
ஆ - கிட்டத்தட்ட உண்மையாகவுமிருக்கலாம்.
இ - அதற்கு ஆதாரம் ஒன்றும் இல்லை.
ஈ - தவறு.

(i) ஊற்றிய திரவம் நீர். [ ]
(ii) கலவையைச் சிறுவன் சூடாக்கத் தவறி விட்டான். [ ]
(iii) அவன் தேவையான அளவு திரவத்தை ஊற்றவில்லை. [ ]
(iv) சலவைச் சோடாப் படிகங்கள் ஏற்கெனவே படிக நீரை இழந்துவிட்டன. [ ]
(v) ஊற்றின திரவம் நீர்த்த அமிலமன்று. [ ]
(vi) ஊற்றின திரவம் காரத் தன்மையுடையது. [ ]
(vii) நிறத்தில் மாறுபாடு காணப்பெற்றது. [ ]
(viii) வெளிவந்த வாயு தெளிந்த சுண்ணாம்பு நீரைப் பால்போலாக்கியது. [ ]

(எ - டு.)—2 : சில மெய்ம்மைகள் : (1) சருக்கரையில் கார்பன், ஹைட்டிரஜன், ஆக்ஸிஜன் உள்ளன ; அவற்றுள் இறுதியிலுள்ள இரண்டும் அவை நீரிலிருக்கும் விகிதத்திலுள்ளன. (2) அடர் கந்தக அமிலம் விரைவில் நீரை உறிஞ்சும் தன்மையுடையது. (3) ஒரு சோதனைக் குழலிலுள்ள சருக்கரையுடன் சிறிது அடர் கந்தக அமிலத்தை ஊற்றிக் கலவை இளஞ்சூடாக்கப்பெற்றது. கலவை கரு நிறமாக மாறியது. இந்த மெய்ம்மைகளை மட்டிலுங்கொண்டு கீழ்க் கண்டவற்றிற்கு எதிராகவுள்ள பகர வளைவினுள் அ, ஆ, இ, ஈ, உ என்ற எழுத்துகளை எழுதுக.

அ - சரி.
ஆ - ஒருக்கால் சரியானதாகவுமிருக்கலாம்.
இ - ஆதாரம் ஒன்றும் இல்லை.
ஈ - ஒருக்கால் தவறாகவுமிருக்கலாம்.
உ - தவறு

1. கலவை எரிக்கப் பெற்றதால் அது கருநிற மாக மாறியது. [ ]
2. மரப்பொருள் சருக்கரைகளால் ஆனது. எனவே, அஃது இளஞ்சூடான அடர்கந்தக அமிலத்துடன் கலந்ததும் கருநிறமாக மாறியது. [ ]

3. கருநிற வண்டல் கார்பனையுடையது. [ ]

4. வினையின் இறுதியில் சருக்கரை முழுவதும் சிதைவு அடைந்தது. [ ]

5. சருக்கரையிலுள்ள ஹைடிரஜனும் ஆக்ஸிஜனும் நீர் வடிவமாக நீக்கப்பெற்றன. [ ]

6. நீரையும் கார்பனையும் கலந்தால் சருக்கரை உண்டாகும். [ ]

7. அமிலங்கள் புளிப்பாகவும் சருக்கரைகள் இனிப்பாகவும் இருப்பதால் கந்தக அமிலம் சருக்கரையைத் தாக்குகின்றது. [ ]

8. சருக்கரையில் கார்பன், ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன் ஆகிய மூன்றும் உள்ளன. [ ]

9. ஒவ்வொரு சருக்கரையும் இளஞ்சூடான அடர் கந்தக அமிலத்துடன் சேருங்கால் கருநிறமடையும். [ ]

10. குளிர்ந்த கந்தக அமிலம் சருக்கரையைப் பாதிப்பதில்லை. [ ]

சிறந்த விடைச் சோதனைகள் : பொறுக்கு விடைச் சோதனைகளின் வேறொரு வடிவமே சிறந்த விடைச் சோதனைகளாகும். உண்மையையொட்டிய பல செய்திகள் குறிப்பிடப்பெறும். சரியானவற்றை மாணாக்கர்கள் தேர்ந்தெடுக்கவேண்டும்.

(எ - டு.) ஒவ்வொரு வினவிலும் நான்கு விடைகள் தரப்பெற்றுள்ளன. சரியான ஒன்றை மட்டிலும் அடியிற் கோடிட்டுக் காட்டுக.

1. தடித்த கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் சூடான நீரை ஊற்றினால் அஃது உடையக்கூடும். ஏனென்றால்,

(அ) தடித்த கண்ணாடி கெட்டியானதல்ல.
(ஆ) தடித்த கண்ணாடியின் விலை அதிகம்.
(இ) தடித்த கண்ணாடி ஒரே மாதிரியாக விரிவதில்லை.
(ஈ) நீர் ஓர் அரிதில் கடத்தியாகும்.

2. அம்மோனியா வாயுவை நீரின் மூலம் சேகரிப்பதில்லை. ஏனெனில்,

(அ) அஃது ஒரு கார வாயு.
(ஆ) அதற்கு நிறம் இல்லை.
(இ) அது நீரில் விரைவாகக் கரைகின்றது.
(ஈ) அது காற்றைவிட இலேசானது.

சோதனைகளை ஆயத்தம் செய்தல்: சோதனைகள் பாடத்திட்டத்தின் நோக்கங்களையும் பாடப் பொருள்களையும் அடிப்படையாகக் கொண்டிருக்கவேண்டும். அறிவியல் பாடத்தில் எவற்றை அளப்பது என்பது பற்றி முன்னரே குறிப்பிட்டுள்ளோம். சாதாரணமாகப் புதுமுறைச் சோதனைகளைக் கையாளும்பொழுது ஒன்றற்கு மேற்பட்ட சோதனை வகைகளைப் பயன்படுத்துதல் வேண்டும். வகுப்பறையில் ஒரு பாட வேளையில் கொடுக்கப்பெறும் சோதனைகளில் இரண்டு அல்லது மூன்று வகைச் சோதனைகளைப் பயன்படுத்தலாம்; நீண்ட நேரத் தேர்வுகளுக்கு நான்கு அல்லது ஐந்து சோதனைகளைக் கையாளுதல் வேண்டும். பாடப் பொருள்களுக்கு ஏற்றவாறு இவ்வகைச் சோதனைகள் மாறும். பாடப் பொருளே எவ்வகை சோதனைகளைக் கையாளவேண்டும் என்பதை ஓரளவு அறுதியிடும்.

பாடப் பகுதிகளுள் பேரெல்லைகளைத் தழுவக் கூடிய இணைப்புச் சோதனைகள் போன்றவற்றை முதலில் ஆயத்தம் செய்துகொண்டு, பிறகுதான் குறைந்த எல்லைகளைத் தழுவக் கூடிய சோதனைகளில் கவனம் செலுத்துதல் வேண்டும். மாறி மாறி வரும் சோதனைகளை ஆயத்தம் செய்வதற்கு முன்னதாகப் பொறுக்குச் சோதனைகளை ஆயத்தம் செய்தல் நன்று. இதனால் எளிய நினைவு கூர் சோதனைகளை ஆயத்தம் செய்வதற்கு முன்பதாக எல்லா இணைப்பு, பொறுக்குச் சோதனைகளை ஆயத்தம் செய்துவிடவேண்டும் என்று கருதுதல் தவறு. எளிய நினைவு கூர் சோதனைகளைப் போலவும், சரி-தவறு சோதனைகளைப் போலவும் அன்றி எளிதில் வளைந்து கொடுக்காதனவாகவும் விரிந்த நிலையில் பொருந்தாதனவாகவுமுள்ள சில தகவல்கள் அல்லது உறவு முறைகளை ஏதாவது ஒரு வகைச் சோதனைகளில் முதலில் அமைத்து விடல்வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு குறிப்பிட்ட கருத்து பிறிதொரு கருத்துடன் உறவுகொண்டு இணைப்புச் சோதனைகளில் அமைக்கப்பட முடியாவிடில், அல்லது பொறுக்குச் சோதனைகளிலுள்ள மாறுபட்ட விடைகளுடன் சரியான முறையில் பொருத்தப்பட முடியா விடில், அதை எளிய முறையில் அமையும் ஏதாவது ஒரு வகைச் சோதனைகளில் சேர்த்து விடல்வேண்டும்.

சோதனைகளை ஆயத்தம் செய்வோர் ஒவ்வொரு வகைச் சோதனைகளிலுமுள்ள தனித்தனிச் செய்திக்கும் தனித்தனித் தாளைப் பயன்படுத்துதல் வேண்டும். மாறி மாறி வரும் சோதனைகள், பொறுக்குச் சோதனைகள், எளிய நினைவு கூர் சோதனைகள் ஆகியவற்றிற்குத் தனித்தனி கார்டு அல்லது தாளை அமைத்தல்வேண்டும். பத்தி வடிவிலுள்ள நிரப்புச் சோதனைகள், இணைப்புச் சோதனைகள் ஆகியவற்றை ஒவ்வொரு வகைக்கும் ஒரு தாளாக அமைத்து, அவ்வகையிலுள்ள அனைத்தையும் ஒரே தாளில் எழுதுமாறு செய்தல் வேண்டும். அவற்றிலுள்ள தனித்தனிச் செய்திகளைப் பிரித்தால் பொருளில்லை. பிறகு

அவற்றைச் சில குறியீடுகளைக்கொண்டு பாடப்பொருள் பகுதிகளின் அடிப்படையில் தொகுத்துக் கொள்வது விரும்பத் தக்கது.

ஒன்றுசேர்த்தல் : மேற் குறிப்பிட்டவாறு சோதனைகளை ஆயத்தம் செய்த பிறகு அவற்றை ஒவ்வொரு வகையாக ஒன்றுசேர்த்து ஒழுங்கு படுத்தவேண்டும். எல்லோரும் விடையிறுக்கக் கூடிய வினாக்கள் 50 சத விகிதமாவது இருக்கவேண்டும் என்று **லின்ட் குவிஸ்டு** போன்ற அறிஞர்கள் கருதுகின்றனர். மீதியுள்ளவற்றில் பாதி எளிதாகவும் பாதி கடினமாகவும் இருக்கும்படி அமைக்கலாம். சோதனைகளின் கால அளவு பல கூறுகளைப் பொறுத்தது. சோதனைகளில் குறிப்பிடப் பெறும் கால அளவுக்குள் கிட்டத்தட்ட எல்லா மாணாக்கர்களும் விடையிறுக்கக் கூடியவாறு சோதனைகள் அமைதல் வேண்டும். ஒவ்வொரு வகைச் சோதனைகளிலும் பல்வேறு நிலைகளில் எத்தனை வினாக்கள் இருக்கலாம் என்பதை அறிஞர்கள் கணித்துள்ளனர். ஒவ்வொரு வகைச் சோதனைகளுக்கும் எவ்வளவு காலம் வேண்டும் என்பதைச் சரியாக வரையறுத்தல் இயலாததொன்று. எனினும், உத்தேசமாக ஒரு நிமிடத்திற்கு இரண்டு நினைவு கூர் வகை வினாக்களும், மூன்று பொறுக்கு வகை வினாக்களும், நான்கு சரி—தவறு வகை வினாக்களுமாகக் கணக்கிடலாம். வினாக்களின் கடினத் தன்மையும் மாணாக்கர்களின் வயது நிலையும் கால எல்லையை வரையறுக்கச் செய்யும். எனவே, ஆசிரியர்களிடம் சோதனை வகைகளை ஆயத்தம் செய்வதில் ஆளுக்கு ஆள் வேற்றுமை காணப்படும். குறிப்பிட்ட கால எல்லைக்குள் சோதனைகள் எவ்வளவு நீளம் இருத்தல்வேண்டும் என்பதை ஆசிரியர்கள் அநுபவத்தில்தான் அறுதியிட முடியும். ஒவ்வொரு வகைச் சோதனையிலும் இருக்கவேண்டிய வினாக்களின் எண்ணிக்கையை அதன் பிறகுதான் வரையறை செய்ய இயலும்.

ஒவ்வொரு வகைச் சோதனையிலுமுள்ள வினாக்களை ஒழுங்கு படுத்துவதில் கருத்து வேறுபாடுகள் உள்ளன. ஒரு சாரார் எளியவற்றை முதலில் அமைத்து, படிப்படியாக கடினமானவற்றை அமைக்க வேண்டும் என்று கூறுகின்றனர். இம்முறையைக் கையாண்டால் எளிய வினாவும் கடினமான வினாவும் ஆசிரியர் செய்யும் முடிவுப்படியே அமையும். ஒரு வகுப்பில் இவற்றைப் பயன்படுத்திவிட்டால் எவை எளிதானவை, எவை கடினமானவை என்பதை ஓரளவு நிச்சயிக்கலாம். பிறிதொரு சாரார் வினாக்களைத் தலைப்பு முறையில் வகைப்படுத்திக் கொண்டு முதலில் ஒருசில எளிய வினாக்களை அமைத்துச் சோதனைகளை ஆயத்தம் செய்யவேண்டும் என்று கூறுகின்றனர். இந்த நூலாசிரியரைப் பொறுத்தவரையில் முதல் முறையே சிறந்தது.

சோதனைகள் பெரும்பாலும் அச்சிட்டோ, அல்லது டைப்செய்தோ வழங்கப்பெறுதல்வேண்டும். ஒவ்வொரு வகைச் சோதனையையும் விளக்கும்முறையில் குறிப்புகளும் ஆயத்தம் செய்யப்பெறுதல்

வேண்டும்; ஒவ்வொரு வகைச் சோதனையிலும் மாணுக்கர்கள் எளிதாக உணரக் கூடிய எடுத்துக்காட்டுக்களைக் குறிப்புகளுடன் தருதல் வேண்டும். சோதனைகள் எவ்வாறு திருத்தப்பெறுகின்றன என்பதையும் மாணுக்கர்கள் அறிந்துகொண்டால் நன்று.

ஒவ்வொரு வகைச் சோதனையையும் எவ்வாறு ஆயத்தம் செய்வது என்பதுபற்றிய விரிவான விவரங்களை அளவியல் நூல்களில் கண்டு கொள்க.[1]

தேர்வுகளை நடத்துதலும் திருத்துதலும் : மாணுக்கர்கள் கவனிக்க வேண்டிய குறிப்புகளை நல்லமுறையில் ஆயத்தம் செய்துவிட்டால் சோதனைகளை நடத்துதல் மிகவும் எளிது. சோதனைகள் நடைபெறுங் கால் தனிப்பட்ட மாணுக்கர் விடுக்கும் வினுக்களுக்கு விடையளித்தல் ஆகாது. எல்லோரும் எளிதில் அறிந்துகொள்ளக் கூடியவாறு ஒவ்வொரு வகைச் சோதனைக்கும் விளக்கக் குறிப்புகளைத் தயாரித்துவிட்டால் இம்மாதிரி சந்தர்ப்பங்கள் குறுக்கிடா. எழுத்துப் பிழைகள்பற்றியவற்றில் மட்டிலும் எல்லோர் கவனத்தையும் ஈர்த்து விளக்கினுல் போதும்; அதிலும் தவருன கருத்துகளை விளைவிப்பன வற்றை மட்டிலும் விளக்கினுல் போதும்.

விடைத்தாள்களைத் திருத்துவதற்கும் எளிதான முறைகள் கண்டறியப்பெற்றுள்ளன. 'திருத்து-திறவுகோல்கள்'களைக்கொண்டு இதை எளிதாகச் செய்துவிடலாம். சாதாரணமாக ஒரு சரியான விடைக்கு ஒரு மதிப்பெண் தரப்பெறும். ஒவ்வொரு வகைச் சோதனையிலும் உத்தேச விடைகள் தருவது மாறும். அவ்வாறு தரப்பெறும் உத்தேச விடைக்கு மதிப்பெண் குறைக்கப்பெறும்.

$$S = R - \frac{W}{N-1}$$

என்ற வாய்பாட்டின்படி மதிப்பெண்கள் அளிக்கப்பெறும். இதில் S என்பது மாணுக்கர் அடையும் மதிப்பெண்; R என்பது சரியான விடைகள்; W என்பது தவருன விடைகள்; N என்பது சரியானவை யாகக் கொடுக்கப்பெற்ற விடைகள். இதைக் கையாளுங்கால், சரி-தவறு சோதனைக்கு இவ்வாய்பாடு $S = R - W$ என்றும், *3, 4, 5* மாறுபாடு உள்ள விடைகளைக்கொண்ட பொறுக்கு விடைச் சோதனை களுக்கு முறையே $S = R - \frac{W}{3}$, $S = R - \frac{W}{4}$, $S = R - \frac{W}{5}$ என்றும் மாறும் என்பது தெளிவாகும்.

சாதாரணமாக இவ்வாய்பாடு, சரி-தவறு சோதனைகளுக்கும் பொறுக்குச் சோதனைகட்கும் மட்டிலும்தான் நடைமுறையில் பயன்

1. Greene and Jorgensen : *Measurement and Evaluation in the Secondary School.* pp. 188—196.

படுத்தப்பெறும். நான்கிற்கு மேற்பட்ட விடைகளைக்கொண்ட பொறுக்குச் சோதனைகட்கும் இதைக் கையாள வேண்டியதில்லை என்று முறைவல்லார் கூறுகின்றனர். இணைப்புச் சோதனைகளை நல்ல முறையில் ஆயத்தம் செய்து விட்டால், உத்தேச விடைக்கு இடம் இராது ; அதற்கு இவ்வாய்பாட்டினைப் பயன்படுத்துவதில்லை.

சோதனைகளை ஒருநிலையாக்குதல் : பெரும்பான்மையான புது முறைச் சோதனைகள் ஒருநிலையாக்கப் பெற்றவை. சோதனைகளை ஒருநிலையாக்குவதெங்ஙனம் ? பெரு வழக்கிலுள்ள அறிவியல் பாட நூல்களை நன்கு ஆராய்ந்து அவற்றிலிருந்து பல்வேறு வகைகளிலும் சோதனைகளை ஆயத்தம் செய்தல் வேண்டும். இவ்வாறு ஆயத்தம் செய்யப்பெற்ற சோதனைகளை வேறு ஓர் ஆசிரியர் குழுவும் கல்வி அறிஞர்களும் நன்கு பரிசீலனை செய்தல் வேண்டும். தேவையற்ற விவரங்களையும் ஐயம் தரும் செய்திகளையும் அகற்றிவிட வேண்டும். இந் நிலையிலுள்ள சோதனைகளைத் 'தேர்வுநிலைச் சோதனைகள்' (Tentative tests) என்று வழங்குவர்.

இந்தத் தேர்வு நிலைச் சோதனைகளைப் பல் வேறிடங்களிலுள்ள நகர்ப்பள்ளிகளிலிருக்கும் முந்நூற்றுக்கு மேற்பட்ட மாணுக்கர்கட்குக் கொடுத்து அவர்களின் விடையேடுகளை நன்கு ஆராயவேண்டும். பெரும்பான்மையோர் தவருகப் புரிந்துகொண்ட வினக்களை அகற்றுதல் வேண்டும்; அல்லது அவற்றைச் சீர்திருத்தவேண்டும். ஐயம்தருவனவற்றையும் நீக்குதல் இன்றியமையாதது. பிறகு வினக்களை எளிதிலிருந்து அரிதுக்குப் போகுமாறு படிப்படியாக வரிசைப்படுத்தி ஒழுங்குபடுத்த வேண்டும். இவ்வாறு ஒழுங்குபடுத்திய சோதனைகளை வேருெரு மாணுக்கர் கூட்டத்திற்கு வழங்கி, அவர்களுடைய விடையேடுகளையும் பரிசீலித்துத் திருத்தங்கள் செய்தல்வேண்டும். இவ்வாறு திருத்தங்கள் செய்த சோதனைகளைத் திரும்பவும் பல்வேறு இடங்களிலுள்ள ஆயிரக்கணக்கான மாணுக்கர்களுக்குக் கொடுத்து விடையேடுகளைத் திருத்திப் பொதுநிலை அளவையைத் தீர்மானித்தல் வேண்டும். இவ்வாறு பொதுநிலை அளவை தீர்மானிக்கப்பெற்ற சோதனைகளையே ஒருநிலையாக்கப்பெற்ற சோதனைகள் என்று வழங்குவர்.

ஒருநிலையாக்கப்பெற்ற சோதனைகளின் சிறப்பியல்புகள் : ஒருநிலையாக்கப்பெற்ற சோதனைகளில் மூன்று சிறப்பியல்புகளைக் காணலாம். **முதலாவது** சிறப்பியல்பு **ஏற்புடைமை** என்பது. எதனை ஆராய்வதற்கு என ஒரு சோதனை எழுகின்றதோ, அதனை ஆராயும் ஏற்புடைமை வாய்ந்ததாக அந்தச் சோதனை விளங்க வேண்டும். அறிவியலை ஆராய எழுந்த சோதனைகள் மாணுக்கர்கட்கு விளங்காத நடையில் அமைந்திருந்தால், அனைவரும் அதில் தோல்வியடையலாம். ஆனல், அந்த முடிவு மாணுக்கர்களின் அறிவியலறிவைச் சோதித்த முடிவாகாது ; அஃது அவர்களின் மொழிநடை அறிவை அளந்த

முடிவே ஆகும். எனவே, அறிவியல் அறிவைச் சோதிக்க ஏற்புடைமை பெற்றதாக அந்தச் சோதனை அமையவில்லை என்பதாயிற்று. 'மாணக்கர்களின் வயது ஏற ஏற, சில சோதனைகளைப் பலமுறைப் பயன்படுத்திய போதிலும் அவர்களுக்கிடையே ஒரே வகையான வரிசை முறையையே சுட்டி வருமானல், வளர்ச்சி முறையின்படியே சோதனையின் ஏற்புடைமை வலியுறுத்தப்பெறுகின்றது எனலாம்.

இரண்டாவது சிறப்பியல்பு **நம்பகம்** என்பது. ஒரு முறை வகுப்பில் கணக்குத் தேர்வு ஒன்று நடத்திய ஆசிரியர் வகுப்பில் மூவரே தேறியது கண்டு, மூன்று நாட்களுக்குப் பிறகு நடத்திய தேர்வில் வேருெரு மூவர் தேரக் காண்கின்ற காட்சியை எல்லாப் பள்ளிகளிலும் இன்றும் காணலாம். இந்தச் சோதனைகளின் முடிவுகள் முன்னுக்குப் பின் முரண்பட்டன்றே தோன்றுகின்றன ? இத்தகைய சோதனைகளை எவ்வாறு நம்புவது ? ஒரு சோதனையை ஒரே கூட்டத்தினரிடையில் இடையிட்டு இடையிட்டுப் பலமுறை பயன்படுத்தினலும் ஒவ்வொரு முறையிலும் மாணக்கர்கள் ஒரே மதிப்பெண்களைப் பெறுவர். பயிற்சியால் சிறிது வேற்றுமை காணப்படுவதுண்டு. நம்பகம் என்ற சிறப்பியல்பினைக் கொண்ட சோதனைகளை முழுதும் பயன்படுத்தி, அச்சோதனையையே திரும்பவும் சோதனையாக நடத்தினலும், சோதனையில் வரும் ஒற்றைப்படைஎண்ணுள்ள வினக்களை ஒரு முறையும் இரட்டைப்படை எண்ணுள்ள வினக்களைப் பிறிதொரு முறையும் ஆகப் பாதி சோதனை முறையினைக் கையாண்டு நடத்தினலும் மாணக்கர் பெறும் மதிப்பெண்களில் மாறுபாடு இராது. ஏற்புடைமை பெருத சோதனைகளில் நம்பகம் அமைதல் கூடும் ; ஆனல் நம்பகம் அமையாத சோதனைகளில் ஏற்புடைமை அமைந்திருக்கும் என்று சொல்வதற்கில்லை.

மூன்றுவது சிறப்பியல்பு **புறவயம்** என்பது. ஒரு சோதனையின் விடையேடுகளைப் பலர் மதிப்பிட்டாலும் ஒரே வகையான முடிவுகளைக் கண்டால் அந்தச் சோதனையில் புறவயம் அமைந்துள்ளது என்று சொல்லலாம். விடையேடுகளைத் திருத்துவோரின் விருப்பு வெறுப்பிற்கோ, உளச்சுவைகளுக்கோ இடந்தராத சோதனைகளே புறவயம் பெற்ற சோதனைகளாம்.

புதுமுறைச் சோதனைகள் கிட்டத்தட்ட இந்த மூன்று சிறப்பியல்புகளையும் ஓரளவு பெற்றுள்ளனவாகக் கருதலாம்.

செயல்முறைச் சோதனைகள் : இம் முறைச் சோதனைகள், அறிவியல் பாடத்திற்கு மிகவும் இன்றியமையாதவை. இவற்றுல், மாணக்கர்களிடம் அறிவியல் துணைக்கருவிகளைக் கையாளுதல், சிறிய அளவில் அளவை முறைகளையொட்டிய செயல்களை மேற்கொள்ளுதல், சில சோதனைமுறைகளைப் புதிய சோதனைகளில் பயன் படுத்துதல்,

சோதனைகளில் தான் உற்று நோக்கிக் கண்டறிந்த தகவல்களைப் பிறருக்குத் தெளிவாக எடுத்துக் கூறுதல் போன்ற திறன்களைத் தேறலாம். உயர்நிலைப் பள்ளிகளில் இவற்றை நடைமுறையில் மேற்கொள்வது கடினம். இதனால் காலச் செலவும் அதிகம்; பொருட் செலவும் மிகுதி. ஒரே தரமுள்ள சோதனைகளைத் தேர்ந்தெடுப்பதும் இயலாத தொன்று. பெரும்பாலும் கல்லூரி மாணக்கர்கட்குத் தான் இம் முறைச் சோதனைகள் ஏற்றவை; நடைமுறையிலும் அப்படித்தான் அமைந்துள்ளன.

15. அறிவியல் ஆசான்

ஆசானின் இலக்கணம் : ஆசிரியர்களைப்பற்றிப் பொதுவாக ஆன்றோர் குறிப்பிட்டவை அனைத்தும் அறிவியல் ஆசிரியருக்கும் பொருந்தும். உயர்நிலைப் பள்ளி வாழ்க்கையில் ஆசிரியர்தான் மிகவும் செல்வாக்குள்ள கூறு என்று கருதுதல் வேண்டும். நல்லாசிரியரின் இயல்பை நன்னூல்,

> **குலனருள் தெய்வம் கொள்கை மேன்மை**
> **கலைபயில் தெளிவு கட்டுரை வன்மை**
> **நிலம்மலை நிறைகோல் மலர்நிகர் மாட்சியும்**
> **உலகியல் அறிவோடு உயர்குணம் இனையவும்**
> **அமைபவன் நூலுரை யாசிரி யன்னே.** [1]

என்று குறிப்பிடுகின்றது. நல்லாசிரியரை நிலம், மலை, துலாக்கோல், மலர் ஆகியவற்றுடன் ஒப்பிட்ட காரணத்தையும் விளக்குகின்றார் ஆசிரியர்.[2] கற்பிக்கும் முறைகளைக் கூறும் மேனுட்டு நூல்களும் நல்லாசிரியரின் தன்மைகளை விரித்துரைக்கின்றன.[3] இக் கருத்துகள் யாவற்றையும் அறிவியல் ஆசிரியர் சிந்தித்து உணர வேண்டியது மிகவும் இன்றியமையாதது. இனி, அறிவியல் ஆசிரியரின் பணி சிறப்பதற்கு அவரது கல்வியறிவு, பயிற்சி யறிவு, மொழியறிவு, அவரிடம் அமையவேண்டிய திறன்கள், அவர் ஆயத்தம் செய்து கொள்ள வேண்டிய முறைகள் முதலியவைபற்றிய இன்றியமையாத ஒரு சில குறிப்புகளை ஈண்டுத் தருவோம்.

ஒரு பள்ளியிலுள்ள அறிவியல் பாடத்திட்டம் நல்ல முறையில் செயற்படுவது அறிவியல் ஆசிரியரைப் பொறுத்தது. சிறந்ததோர் ஆய்வகம், உயர்ந்ததொரு பாடத்திட்டம், நல்ல பாடவேளைப் பட்டி முதலிய யாவும் நன்முறையில் அமையினும், ஆசிரியர் நல்ல அறிவியல் படிப்பு, நல்ல பயிற்சி, நல்ல தாய்மொழி யறிவு ஆகியவை பெற்று, தன் வேலையில் உற்சாகம் மிக்கவராக இராவிட்டால் கற்பித்தல் எங்ஙனம் வெற்றியுடன் நடைபெற இயலும்? எனவே,

---

1. நன்னூல்-நூற்பா—26. 2, ஷை நூற்பா—27, 28, 29, 30.

3. Bossing : *Progressive Methods of Teaching in Secondary Schools.* Chap. 2.

படிப்பு, பயிற்சி, நல்ல தாய்மொழி யறிவு, உற்சாகம் முதலிய தகுதிகள் பெற்ற ஆசிரியர்களைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். ஆசிரியர்தான் பாடத்திட்டத்தின் அச்சாணி ; அவரைக் கொண்டுதான் அனைத்தும் இயங்குதல் வேண்டும். இவ்வுண்மையைப் பொறுப்புள்ளவர்கள் உணரும் நாள் எந்நாளோ ?

ஆசானின் கல்வியறிவு : இன்று பெரும்பாலும் தொடக்கநிலைப் பள்ளிகளில் மூன்றாவது படிவம் அல்லது எட்டாவது வகுப்புவரை படித்துப் பயிற்சிபெற்ற ஆசிரியர்களாலும், இடைநிலைப் பள்ளிகளில் ஆறாவது படிவம்வரை பயின்று பயிற்சிபெற்ற ஆசிரியர்களாலும், உயர்நிலைப் பள்ளிகளில் பி. ஏ. அல்லது பி. எஸ்ஸி. பட்டம் பெற்றுப் பயிற்சியும் பெற்ற அறிவியல் பட்டதாரிகளாலும் அறிவியல் பயிற்றப்பெற்று வருகின்றது. தொடக்க நிலையிலும் இடைநிலையிலும் பணியாற்றும் ஆசிரியர்களின் அறிவியல் அறிவு போதாது. தொடக்க நிலையில் செகண்டரி கிரேடு ஆசிரியர்களுக்குக் குறைந்த நிலையில் உள்ளவர்கள் கற்பிக்கும் நிலை விரைவில் மாறவேண்டும். இடைநிலைப் பள்ளிகளிலும் பட்டதாரிகளைத் தவிர பிறர் அறிவியல் பாடங்களைக் கற்பித்தல் கூடாது. ஆனால், பயிற்சி பெறாதவர்களை எக் காரணத்தை முன்னிட்டும் கற்பிக்க அனுமதித்தல் கூடாது. அன்றியும், சில ஆண்டுகளுக் கொருமுறை நவீன கருத்துகளை யெல்லாம் அறிதற் பொருட்டு குறைந்த கால அளவில் (பள்ளிச் செலவில், சம்பளத்துடன்) திரும்பவும் ஒரு பயிற்சி பெற வசதி அளித்தல் மிகவும் இன்றியமையாதது.

ஆசானின் கல்வி அறிவு மட்டிலும் சிறந்த ஆசிரியனுக்கும் என்று சொல்வதற்கில்லை. அறிவியல் ஆசிரியர்கள் பல பிரச்சினைகளை உடையவர்கள். அறிவியலில் நிலைக்களம் அமைத்தல், அதனை எங்ஙனம் கற்பிப்பது என்பதை அறிதல், தேவையான துணைக் கருவிகளையும் பிறபொருள்களையும் காணல் ஆகியவை அவர்கட்குத் தேவைப் படுகின்றன என்பது உண்மையே. ஆயினும், அவர்கள் அறிவியலைக் கல்வி ஏற்பாட்டில் சேர்த்திருப்பதன் இன்றியமையாமையை உணர்ந்திருத்தல் வேண்டும்; சிறுவர்கள் எங்ஙனம் அறிவியலைக் கற்கின்றனர் என்பதையும் அறிந்திருத்தல் வேண்டும். சிறந்த அறிவியல் ஆசிரியனாவதற்கு அறிவியல் துறை வல்லுநராக இருத்தல் வேண்டும் என்பதில்லை. (i) அறிவியல் பயிற்றலை நம்பிக்கையாக அணுகுதல், (ii) சிறுவர்கள் விடுக்கும் வினாக்கட்கு விடைகாணும் திட்டத்தை அவர்களாலேயே அமைக்கச்செய்தல், (iii) மாணாக்கர்கள் கற்கும் நிலைக்கேற்ற சில அடிப்படையான பாட நூல்களைப் பயிலுதல், (iv) அந்நூல்களில் கூறப்பெற்றுள்ள எல்லாச் சோதனைகளையும் செய்து பார்த்தல், (v) அந்நூல்களில் கூறப்பெற்றுள்ள இடங்கட்குச் சிறு தொலைப் பயணங்களை மேற்கொள்ளுதல், (vi) அநுபவம் மிக்க

உயர்நிலைப்பள்ளியாசிரியர்களிடம் கலந்து பேசி சில அடிப்படைக் கருத்துகளை அறிதல், (vii) சோதனைகட்கு வேண்டிய பொருள்களில் பெரும்பாலானவற்றைத் தாமாகவே இயற்றிக்கொள்ள முனைதல், (viii) சில சோதனைகளை மாணுக்கர்களேயே செய்யும்படி ஏவுதல், (ix) எளிமையாகவுள்ள பகுதிகளை முதலில் கற்பிக்க முயலுதல், (x) அறிவியல் பாடநூல்களைத் தொடர்ந்து வெளிவரும் கையேடுகளையும் பயன்படுத்துதல் போன்றவற்றை சிறந்த கருத்தேற்றங்களாகக்கொண்டு[1] செயலாற்றினுல் கற்பித்தலில் வெற்றி நோக்கிய பாதையில் செல்லலாம்.

சோதனைகளைச் செய்துகாட்டிய பிறகு அறிவியல் ஆசிரியர்கள் பல செயல்களைக் கவனிக்கவேண்டும். கண்ணுடிக் கலங்களைக் கழுவுதல், பாதரசத்தைக் கழுவுதல், பாதரசத்தில் காற்றுக் குமிழிகளை அகற்றுதல், உயிரியல் பொருள்களைச் சேகரஞ் செய்தல், தெளிவான சுண்ணும்பு நீரினைத் தயாரித்தல், மின்முலாம் பூசும் கரைசல்களைத் தயாரித்தல், மின்சேமக்கலக் கரைசல்களைத் தயாரித்தல், பற்றுசு வைத்து இணைத்தல் போன்ற பல்வேறு செயல்களில் ஈடுபடும் பொறுப்பும் அவருக்கு உண்டு. இவற்றிற்கு ஏற்ற நடைமுறைக் குறிப்புகளை உரிய நூல்களில் கண்டு கொள்க.[2]

பயிற்சி : ஒரு சிலரிடம் ஆசிரியர்களுக்கு அமையவேண்டிய பண்புகள், திறன்கள் யாவும் பிறப்பிலேயே அமைந்துள்ளன. இங்ஙனம் கருவிலே திருவுடையார் எத்தனைப் பேர் இருக்க முடியும் ? எனவே, தக்க சூழ்நிலையில் பெரும்பாலோர்க்கு நல்லதொரு பயிற்சியை அளித்து அவர்களைச் சிறந்த ஆசிரியர்களாக்கவேண்டும். மழுங்கிய கத்தியையும் சாணையால் கூரியதாக்க முடியுமல்லவா ? கத்தி உயர்ந்தரக எஃகினுல் செய்யப்பட்டால் மட்டிலும் போதாது ; கூரியதாகவும் இருக்க வேண்டும். நன்கு படித்து முதல் வகுப்பில் தேர்ச்சிபெற்றவர்கள் யாவருமே சிறந்த ஆசிரியர்களாக முடியாது. கற்றல் வேறு; கற்பிக்கும் திறன் வேறு. கற்பிக்கும் திறன்களைப் பயிற்சிக் கல்லூரிகள்தாம் ஆசிரியர்களிடம் அமையச் செய்தல் வேண்டும். 'குறிக்கோள்கள்' இல்லாத பயிற்சிக் கல்லூரிகளால் யாது பயன் ? பயிற்சிக் கல்லூரிகளில் அறிவியல் ஆசிரியர்களிடம் அறிவியல் மனப்பான்மையை உண்டாக்கி, அதை வளர்க்கவேண்டும். கற்பித்தல் துறையில் உற்சாகத்தை ஊட்டிக் கிளர்ந்தெழச் செய்தல் வேண்டும். ஆசிரியர் என்றும் 'மாணுக்கனுகவே இருந்து' புதிய செய்திகளை அறிந்த நிலையிலிருக்கவேண்டும். 'கல்வி கரையில.' அதுவும், அறிவியல் துறை நாள்தோறும் வளர்ந்து கொண்டே இருக்கும்பொழுது அதன் எல்லைக்கு அளவு ஏது ?

1. யினெஸ்கோ : அறிவியல் பயிற்றும் மூலமுதல் நூல், பக். 8, 9,
2. ஷெ நூல் —பக். 296—312.

மொழியறிவு : இன்று தாய்மொழியில் பாடங்கள் கற்பிக்கப் பெறுகின்றன. ஒரு காலத்தில் தாய்மொழியில் பயிற்சியில்லாதவர்களுக்குப் பெரு மதிப்பு இருந்தது ; 'தாய்மொழி தமக்குத் தெரியாது' என்று பெருமையாகச் சொல்லிக் கொண்டிருந்த காலமும் உண்டு. தாய்மொழி யுணர்ச்சியும், தாய்மொழிப் பயிற்சியும் இல்லாதவர்கள் அறிவியல் பாடத்தைத் திறமையுடன் கற்பிக்க இயலாது; ஆங்கிலம் பயிற்று மொழியாக (Medium) இருந்தபொழுது மாணாக்கர்களின் ஆங்கில அறிவு பெருகியிருந்ததற்கும் தாய்மொழி பயிற்று மொழியாக வந்த பிறகு அதன் காரணமாகத் தாய்மொழியில் அறிவு பெருகாததற்கும் காரணம் என்ன ? தாய்மொழியல்லாத பிற பாடங்களைப் பயிற்றுவோரிடம் தாய்மொழியுணர்ச்சி இல்லை ; தாய் மொழி அறிவும் இல்லை. எனவே, பி. ஏ. வரையில் தமிழைப் பாடமாகக்கொண்டு (பகுதி-இரண்டு) படிக்காதவர்களைத் தாய்மொழியில் கற்பிக்க அனுமதித்தல் கூடாது. பி. எஸ்ஸி. பட்டம் பெற்றவர்களும் பி. ஏ. வரையில் வடமொழி அல்லது இந்திமொழியைப் பாடமாகக் கொண்டு (பகுதி-இரண்டு) படித்தவர்களும் பி. ஏ. தமிழ் அளவு படித்துவர விதி செய்தல் வேண்டும்.[1] அந் நிலையளவுள்ள ஒரு தேர்வை ஏற்படுத்துதல்வேண்டும் ; அல்லது பி. ஏ. தமிழ்த் தேர்வில் தேர்ச்சிபெற வசதிகள் அளிக்கவேண்டும். தமிழாசிரியர்கள்மட்டிலும் தமிழை வளர்க்க முடியாது. நல்ல மொழிப்பயிற்சியும் மொழி யுணர்வும் உள்ள பிற பாட ஆசிரியர்களும் தமிழை வளர்க்க முதற் காரணமாக இருப்பவர்கள். 'இன்று தாய்மொழி பள்ளியில் கற்பிக்கப் பெறும் பாடம் என்று மட்டிலும் கொள்ள இடம் இல்லை. வாழ்வே தாய்மொழியாக உள்ளது' என்பதை அறிவியல் ஆசிரியர்கள் உணர்தல் வேண்டும்.

பயிற்றிப் பலகல்வி தந்து—இந்தப்
பாரை உயர்த்திட வேண்டும். [2]

என்ற பாரதியாரின் வாக்குப்படி பிற கலைகளையும் தமிழில் பயின்று தமிழை வளர்க்க வேண்டும் ; பஞ்ச பூதச் செயல்களின் நுட்பங்கள் கூறும் மேலை நாட்டில் வளரும் புத்தம் புதிய கலைகளைத் தமிழுக்குக் கொணர்தல் அறிவியல் ஆசிரியர்களின் தலையாய கடமையாகும்.

உற்சாகம் : அறிவியல் ஆசிரியர்களிடம் இருக்க வேண்டிய பண்புகளுள் தலைசிறந்தது உற்சாகம். உற்சாகம் இருக்கவேண்டுமானல், தான் மேற்கொண்ட பணியில் நம்பிக்கை வேண்டும். பிழைப்புக்காக மேற்கொண்ட துறையேயாயினும், நம்பிக்கையுடன் பணியாற்றினுல் அது சிறக்கும். தம்மிடம் பயில வந்துள்ள குழந்தைகள் 'தெய்வ

1. பழையதிட்ட முறையிலிருந்த பி. எஸ்ஸி. பட்டம் பெற்றவர்கள் உயர்நிலைப் பள்ளிகளில் ஆங்கிலம் கற்பித்தல் ஆகாது என்று கல்வித்துறை இயக்குநரால் செய்யப்பெற்றுள்ள தடை ஈண்டு சிந்திக்கற்பாலது.

2. பாரதியார் : கவிதைகள்—முரசு 30.

உருவங்கள்' என்ற எண்ணம் வேண்டும் ; அறிவு பெறுவதற்காகவே தம்மிடம் அவர்கள் வந்துள்ளனர் என்ற சிந்தனை வேண்டும். குழந்தைகள் யாவரும் தம் விருப்பப்படி இயக்க வல்ல 'நவராத்திரிக் கொலுப் பொம்மைகள்' என்ற தவறான எண்ணம் இருந்தால் அதை அடியோடு அகற்றிவிடல்வேண்டும். ஆலயத்திற்குச் சென்று ஆண்டவனை வழிபாடு செய்வதற்குப் பக்தி மிகவும் இன்றியமையாததுபோல, வகுப் பறைக்குச் சென்று கற்பிப்பதற்கு உற்சாகம் மிகவும் இன்றியமை யாதது. எனவே, தக்க ஆயத்தங்களுடன் அறிவியல் ஆசிரியர்கள் பணியாற்றத் தொடங்கவேண்டும்.

ஆசானின் வேலைத் திட்டங்கள் : தொடக்க, நடு, உயர்நிலை வகுப்புகளுக்கு அரசினரால் வகுக்கப்பெற்றுள்ள பாடத்திட்டத்தை ஆசிரியர்கள் அவற்றிலிருக்கும் வரிசைப்படி கற்பிக்கலாம் என்று நினைத்தல் கூடாது. அவற்றைத் தம் பள்ளிச் சூழ்நிலைக் கேற்றவாறு மாற்றிக் கற்பிக்கவும் நேரிடும். எனவே, அறிவியல் ஆசிரியர்கள் அப் பாடத் திட்டங்களை நன்கு ஆராய்ந்து வகுப்பில் கற்பிக்கவேண்டிய வரிசையில் பாடங்களை அமைத்துக்கொள்ளுதல் வேண்டும். மனநிறைவு கொள்ளும் முறையில் அவற்றை இவ்வாறு அமைத்துக்கொள்வ தென்பது எளிதான செயல் அன்று ; அதுவும் வெளியார் நடத்தும் தேர்வுகளுக்கு மாணுக்கர்களை ஆயத்தம் செய்யும் பொறுப்பிலுள்ள ஆசிரியர்களுக்கு இது மிகவும் சிரமமான செயல் என்றே சொல்லவேண்டும். ஆகவே, ஆசிரியர்கள் பாடத் திட்டங்கள் முழுவதையும் நன்கு படித்து ஆராய்ந்து அவற்றின் பொதுநோக்கத்தை அறிந்துகொள்ள வேண்டும். பின்னர்-தான் தாம் கற்பிக்கும் ஒழுங்கில் காரண காரிய முறைப்படி பாடங்களை அமைக்க முனையவேண்டும். அரசினரின் பாடத்திட்டங்களிலுள்ள அனைத்தும் சரியாக அமைந்துவிட்டனவா என்பதைத் தேர்ந்து, விதிகளை வருவித்துக்காட்டல், செயல்முறைத் திட்டம், விதிமுறைத் திட்டம் ஆகியவற்றின் பொருத்தம், நூலில் கற்பனவற்றை வாழ்க்கையுடன் இணைத்தல் முதலிய கூறுகளைக் குறித்துக் கொள்ளுதல் வேண்டும்.

இதற்கு அடுத்தபடியாகச் செய்யவேண்டியது மேலே தயாரித்த திட்டத்தை ஆண்டின் பருவங்களுக்குரியனவாகவும், மாத, வாரத்திற் குரியனவாகவும் வகுத்துக் கொள்ளுதல் ஆகும். சிலர் இவ்வாறு வகுத்துக்கொள்வது தேவையில்லை என்று கருதுகின்றனர் ; நடைமுறையில் அவ்வாறு நடைபெறுவது பெரும்பாலும் இல்லையாதலின் அவ்வமைப்பு தேவையில்லை என்றும் கருதுகின்றனர். அவ்வாறு கருதுவது தவறு ; இதனால் 'கன்னா பின்னா' என்று மனம் போனவாறு பாடங்களை நடத்திச் செல்லும் நிலை ஏற்படக் கூடும்; இது பெருந்தவறு; விரும்பத் தக்கது மன்று. திட்டமின்றி எந்தச் செயலையும் மேற்கொள்ளுதல் கேடு பயப்பதுடன் அச்செயலும் செவ்வனே நடை

பெருமலும் போகக்கூடும்; எதிர்பார்க்கும் பலனும் கிட்டாது. நடைமுறையில் ஏன் நடைபெற இயலவில்லை என்பதை நன்கு ஆராய்ந்து அவற்றின் காரணங்களை அறிந்து அவற்றிற் கேற்றவாறு திட்டங்களை மாற்றியமைக்க முயலவேண்டுமேயன்றி, திட்டம் வகுப்பதையே கூடாது என்று கூறுதல் தவறு. எதிர்பாராது நேரிடும் தாமதத்திற்கும் திட்டத்தில் இடம் வைத்துக்கொண்டால், அனைத்தும் ஓரளவு சரியாக நடைபெறும்.

இவ்வாறு வாராந்திர பாடத்திட்டங்களை வகுக்கும்பொழுது அடியிற் கண்ட குறிப்புகளைச் சிந்தித்தல் நலம் பயக்கும் :

(1) ஒரு வகுப்புக்கு ஒரு வாரத்தில் அறிவியல் கற்பிப்பதற்குக் கிடைக்கும் பாடவேளைகள் ;

(2) அவ் வாரத்தில் வரும் அரசினரால் ஒப்புக்கொள்ளப் பெற்ற விடுமுறை நாட்கள் ;

(3) உள்ளூர்த் தேவையை யொட்டி நேரிடக் கூடிய விடுமுறை நாட்கள் ;

(4) வகுப்புத் தேர்வுகள், விளையாட்டுப் போட்டிகள், வேறு விழாக்கள் போன்றவற்றின் நிமித்தம் கற்பிக்காது போகும் பாடங்களின் எண்ணிக்கை ;

பள்ளிப் பாடவேளைப் பட்டியில் ஒரு வகுப்பிற்கு நான்கு பாடவேளைகள் அறிவியற் பாடத்திற்கென ஒதுக்கப்பெற்றிருந்தால், வாரத்திற்கு மூன்று பாடங்கள் வீதம் போட்டுக் கொள்ளலாம் ; ஒரு பாடவேளையை எதிர்பாராது நேரிடும் காரியங்களுக்காக விட்டுவிடலாம். யாதொரு நிகழ்ச்சியும் குறுக்கிடாது போகும் வாரத்தில் இப் பாடவேளையை விட்டுப்போன பாடங்களைக் கற்பித்தல், வகுப்புத் தேர்வுகள் நடத்துதல், திருப்புதல் போன்றவற்றிற்குப் பயன்படுத்திக்கொள்ளலாம். இவ்வாறு வகுப்பதற்குத் திட்டமான விதிகள் இல்லை. அநுபவத்திற் கேற்றவாறு இத்திட்டம் நன்ருக அமையும். இத்திட்டத்தை அடுத்த பக்கத்தில் காணப்படும் அமைப்பில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு தயாரிக்கலாம்.

செய்து கற்கும் பாடங்களுக்கும் இவ்வாறு ஒரு திட்டத்தை அமைத்துக்கொள்ளவேண்டும். வகுப்புப் பாடமும் செய்து கற்கும் பாடமும் கூடியவரை இணைந்து செல்லல்வேண்டும்.

வாரநாள்	பாடம்	குறிப்பு
1. 13-6-70	உணவு-அதிர்ச்சிப் பானங்களும் இலாகிரிப் பொருள்களும்	பக்கம் 1-4
14-6-70	பறவைகளின் உணவும் அவற்றின் அலகுகளும்	,, 5 8
16-6-70	தாவரங்களின் உணவு	,, 8-12
2. 20-6-70	தாவரங்கள் உணவைச் சேகரித்தல்	,, 12 17
21-6-70	சிக்கன வாழ்க்கை	,, 17-20
23-6-70	குடும்ப வருமானத்தை அதிகரிக்க வழிகள்	,, 20-24
....	....	....

கற்பிக்கும் பாடவேளைகள் : தொடக்கநிலைப் பள்ளிகளில் அரைமணி அளவுள்ள வாரத்திற்கு இரண்டு அல்லது மூன்று பாடவேளைகளை அறிவியலுக்கு ஒதுக்கினுல் போதுமானது. இடைநிலை வகுப்புகளில் 45 நிமிடங்கள் கொண்ட நான்கு பாடவேளைகள் வேண்டும். இவற்றில் ஒரு பாடவேளை செய்துகற்றலுக்கும் பிறவற்றிற்கும் ஒதுக்கப்பெற்ருல் நன்று. உயர்நிலை வகுப்புகளிலும் 45 நிமிடங்கள்கொண்ட நான்கு பாடவேளைகள் அவசியம் இருத்தல்வேண்டும். மாற்றியமைக்கப்பெற்ற புதிய கல்வித் திட்டத்தில் இடைநிலை, உயர்நிலைப் பள்ளிகளில் அறிவியலுக்காக நான்கு பாடவேளைகள் ஒதுக்கப்பெற்றுள்ளன.

பெரும்பாலும் ஆசிரியர்கள் செய்து கற்றல் முறைக்கு அதிகம் வாய்ப்பு அளிப்பதில்லை. செய்து கற்றலுக்கு வாய்ப்பு அளித்தால், பாடத்திட்டத்தை முடிக்க இயலாது போய்விடும் என்றும், இதனுல் மாணுக்கர்கள் தேர்வுகளில் அதிக மதிப்பெண்கள் பெற இயலாது போகக்கூடு மென்றும் இவ்வாசிரியர்கள் கருதுகின்றனர். இது தவறு. இன்று கல்வித் துறையினரும், பெற்ருேர்களும், பொது மக்களும் தேர்வுகளுக்கு அதிக மதிப்பு கொடுப்பதால் எல்லாத் திட்டங்களும் நல்ல முறையில் இயங்குவதில்லை. எய்தவன் இருக்க அம்பை

நோவதால் யாது பயன்? ஆனல் ஒன்று; அறிவியல் ஆசிரியர்கள் சோதனைகளைச் செய்து காட்டலில் தயங்கக்கூடாது. ஆசிரியர் காட்டும் சோதனைகளாலும், மாணுக்கர்கள் தாமாகச் செய்யும் சோதனைகளாலும் கற்கும் பகுதிகளில் தெளிவு ஏற்படுகின்றது. கற்கும் பகுதிகளில் தெளிவு ஏற்பட்டால் தேர்வில் அதிக மதிப்பெண்கள் பெறலாமன்றோ? இவ்வாறு கற்பிக்காமல் 'மனப்பாடம் செய்யும் வெறும் ஏட்டுப் படிப்பு முறையால்' எவ்வளவு மதிப்பெண்கள் பெற்றாலும் யாது பயன்? அம் முறை நிலைத்த அறிவினையும் பயவாது. தேர்வு முடிந்ததும் கற்றவை அனைத்தும் மனத்திலிருந்து 'ஆவியாய்ப்' போய்விடும்.

ஓர் அறிவியல் ஆசிரியர் 45 நிமிடங்கள்கொண்ட பாடவேளைகளில் 25-ஐ மேற்கொண்டு பணி செய்து வருவது இன்றைய நடைமுறை; ஒரு சிலருக்கு இன்னும் சற்று அதிக பாடவேளைகளும் அளிக்கப்பெற்றுள்ளன. பாடவேளைகளைப் பிரித்துக் கொடுப்பதில் திட்டமான கருத்துகள் இருக்கமுடியாது. பெரும்பாலும் இது வகுப்புகளின் அளவு, திருத்தும் வேலை, செய்முறை வேலை முதலிய கூறுகளைப் பொறுத்தது. பாட வேளையைப் பிரித்துக் கொடுப்பதில் பள்ளி வேலை நேரத்திற்குப் பிறகு அறிவியல் ஆசிரியர்கள் மேற்கொள்ள வேண்டிய கடமைகளையும், சோதனைகளுக்கென அவர் செலவிடும் நேரத்தையும் கருத்தில்கொண்டால், அனைத்தும் நன்றாகச் சீர்படும். இவ்விவரங்கள் அனைத்தும் அறிவியல் ஆசிரியரின் பாடவேளைப் பட்டியில் காணப்பெறல் வேண்டும்.

பாடக் குறிப்புகள்: அறிவியல் ஆசிரியர் பாடக் குறிப்புகள் எழுதுவதுபற்றி விரிவாக ஒன்றும் கூறுவதற்கில்லை. பாடக் குறிப்புகள் அவரவருடைய தேவைகளையொட்டி ஆசிரியரால் எழுதப்பெறுபவை. அவை இப்படித்தான் இருக்கவேண்டும் என்று வரையறுத்துக் கூறுதல் இயலாது. ஆனல், முதன் முதலாகப் பயிற்றும் துறையில் பணியாற்றுவோரும் பயிற்சி பெறுவோரும் பாடக்குறிப்புகள் எழுதுவதைப்பற்றி ஓரளவு அறிந்துகொள்ளத்தான் வேண்டும். அவர்களுக்குப் பயன்படும் பொருட்டு ஒருசில குறிப்புகள் ஈண்டு தரப் பெறுகின்றன.

கற்பித்தலை அறிந்துகொள்ளும் தொடக்க நிலையில் கற்பிக்கும் பொருள்களை விரிவாகச் சிந்தித்துக் கோவையாகக் குறித்து வைத்துக் கொள்ளுதல் பெரும்பயன் விளைக்கும். நடைமுறையில் பட்டறிவுக்கேற்றவாறு இவை மாறுபடலாம். முன்னதாகவே கற்பனையில் அமைக்கப்பெற்ற திட்டமாதலின் பயிற்றுங்கால் இவற்றை அப்படியே பின்பற்ற முடியாது போயினும் போகலாம். ஆனல், முன்னதாகவே சிந்திக்கப்பெற்றதால், ஆசிரியர் வகுப்பில் நுழைந்தவுடன் கற்பித்தலில் அவருக்கு ஒருவிதத் தெம்பு பிறக்கும்; வழி விலகிப் போகவும் நேரிடாது. பெரும்பான்மையான ஆசிரியர்களுக்குப் பாடக் குறிப்பு

கற்பனையில் சிந்திப்பதற்குப் பெருந்துணையாக இருக்கும். எனவே, பாடக்குறிப்பு எழுதுவதென்பது திட்டமிடுதலே யன்றி 'வீணுக்கு' எழுதுவதன்று.

எண்ணிப் பார்த்தால் பாடகுறிப்பில் மூன்று கூறுகள் இருப்பது தெரியும். மாணக்கரின் செயல்கள், பாடப் பொருள்கள், இவ்விரண்டையும் நல்ல முறையில் உறவுகொள்ள ஆசிரியர் மேற்கொள்ளும் முறைகள் ஆகிய மூன்றுந்தான் பாடக்குறிப்பின் உயிர் நாடியாகும்.

பாடக் குறிப்பின் சட்டகம்: பாடக்குறிப்புகள் அடியிற் காணும் சட்டகத்தைத் துணையாகக்கொண்டு எழுதப் பெறலாம். அவை மிகச் சுருக்கமாக இருத்தல் நன்று.

வகுப்பு :	பாடம் :
காலம் :	துணைக் கருவிகள் :
நோக்கம் :	
முன்னறிவு :	

ஆசிரியர் வேலை	மாணக்கர் பங்கு
பாட வளர்ச்சி தொடக்கம் : 1. 2. 3. பாடத் தொகுப்பு : கரும்பலகைச் சுருக்கம்; வீட்டு வேலை.	

சட்டகத்தின் விளக்கம்: மேலே கண்ட குறிப்பின்படி கற்பிக்க வேண்டிய வகுப்பு, பாடத்தலைப்பு கற்பிக்கும் காலம் ஆகியவற்றை முதலில் குறித்தல் வேண்டும்.

துணைக் கருவிகள்: எடுத்துக்கொண்ட பாடம் கற்பிப்பதற்குத் தேவையான துணைக்கருவிகள் யாவற்றையும் நன்கு சிந்தித்துக் குறிப்பிடுதல்வேண்டும்.

பாட நோக்கம்: பாட நோக்கத்தைத் தெளிவாகவும் திட்டமாகவும் வரையறுத்து ஐயம் திரிபின்றி உணர்த்துதல்வேண்டும். பாடத்தில் ஒவ்வொரு படியும் பாட நோக்கத்துடன் இணைந்து செல்லுமாறு அமைதல் வேண்டும். இறுதியில் கற்பித்த பொருள்களனைத்தும் பாட நோக்கத்தை வற்புறுத்தவேண்டும். இந்தக் கூறுகள் அமையாவிடின் பாடம் வெற்றியாக நடைபெறுது.

முன்னறிவு: கட்டடம் கட்டுவதற்கு அடிப்படையைச் சோதித்தல் போல் கற்பிப்பதற்குமுன் மாணக்கரின் முன்னறிவைச் சோதிக்க வேண்டும். இதுகாறும் மாணக்கர்கள் கற்பிக்கவேண்டிய பாடத்திற்கு அடிப்படையாக என்ன தெரிந்துகொண்டுள்ளனர் என்பதை ஆசிரியர் அறிந்துகொண்டு புதிய பாடத்தைப் பயிற்ற முனைதல்வேண்டும்.

மாணுக்கர்களின் முன்னறிவை, சிந்தனையைக் கிளறும் ஒரு சில வினுக்களால் சோதித்து அறியலாம். இதைத் தெரிந்ததும் கற்பிக்க வேண்டிய பாடத்தைச் சுருங்கிய சொற்ருெடரால் தெளிவாக உணர்த்தவேண்டும்.

பாட வளர்ச்சி : பாடத்தின் பல படிகளேயும் தெளிவாக வரையறுத்துச் சுருக்கமாகக் குறிப்பிடுதல் வேண்டும். ஒவ்வொரு படியிலும் மாணுக்கருக்கு விடுக்கும் வினுக்களே ஆயத்தம் செய்தல் இன்றியமையாதது. வினுக்களே விடுக்குந் திறன்தான் பாடத்தின் வெற்றிக்கு முதற் காரணமாக அமையும். எனவே, வினுக்கள் தெளிவாகவும் திட்டமாகவும் அமையாவிடின் பாடம் ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் செல்லாது ; குறிப்பிட்ட துறையையும் ஒட்டிச் செல்லாது. ஒவ்வொரு படியிலும் 'கரும்பலகைச் சுருக்கத்தைத்' தெளிவாகக் காட்டுதல்வேண்டும்.

புதிய பாடத்தைப் பல்வேறு வினுக்களே மேற்கொண்டு வினு-விடை பாணியிலும் கற்பிக்கலாம். சில இடங்களில் விரித்துரைத்தலேயும் மேற்கொள்ளலாம். அறிவியல் பாடங்களில் பெரும்பாலும் சோதனைகளேச் செய்துகாட்டும் வாய்ப்புகள் அதிகமாக இருக்கும்.

சோதனைகள் காட்டப்பெறும்பொழுதே வினுக்களே விடுக்கலாம். சோதனைகள் காட்டவேண்டாத சமயத்தில் படங்கள், வரிப் படங்கள், பொம்மைகள், பிற சாதனங்களேக் கொண்டு விளக்கம் தரலாம். இந்நிலேயில் புதிதாகக் கற்ற அல்லது தெரிந்த மெய்ம்மைகளேக் கொண்டு புதியதொரு விதியைக் காணச் செய்யலாம். இஃது இரண்டாம் நிலே. இவ்வாறு கண்ட விதி அல்லது விதிகளே வாழ்க்கையுடன் பொருத்திக் காட்டலாம். இது மூன்ரும் நிலே. பாட இறுதியில் அனேத்தையும் சில வினுக்கள் மூலம் தொகுத்துரைக்கச் செய்வது நான்காவது நிலே.

ஒவ்வொரு நிலேயிலும் சோதனைகள், பட விளக்கம் முதலியவை காட்டப்பெறுதல் வேண்டும். சோதனைகளே விளக்கும் வரிப் படங்கள் பாடக்குறிப்பில் காட்டப்பெற்றிருத்தல் வேண்டும் ; அன்றியும், அவற்றிற்கு மேற்கோளும் வேண்டும்.

கரும்பலகைச் சுருக்கம் : எல்லா நிலேகளிலும் தரும் கரும்பலகைச் சுருக்கங்களேத் தொகுத்துப் பாடக் குறிப்பின் இறுதியில் தருதல் வேண்டும். இதுதான் மாணுக்கர்கள் மனத்திலிருத்திக்கொள்ள வேண்டிய பகுதியாகும்.

வீட்டு வேலே : இறுதியில் மாணுக்கர்கள் வீட்டில் எழுதி வர வேண்டியவை, வெளியிடங்களில் கவனிக்க வேண்டியவை முதலியவற்றைப்பற்றிய குறிப்புகள் இருத்தல் வேண்டும்.

பட்டறிவு மிக்கவர்களுக்கு : பள்ளித் தணிக்கையாளர்கள் ஒவ்வோர் ஆசிரியரும் பாடக்குறிப்புகள் வைத்திருக்கவேண்டும் என்பதை வற்புறுத்துவர். அவர்களே மனநிறைவு கொள்ளச் செய்வதற்காக எழுதப் பெறும் பாடக்குறிப்புகளால் யாதொரு பயனும் இல்லே.

நல்ல முறையில் ஆயத்தம் செய்யப்பெறும் பாடக்குறிப்பு ஆசிரியரின் சிரத்தையைக் காட்டும். பயிற்சிக் கல்லூரி மாணுக்கர்கள் எழுத வேண்டிய குறிப்புகளிலிருப்பது போல் பல தலைப்புகள் இவர்கள் குறிப்பில் எழுதத் தேவையில்லை. பட்டறிவு மிக்க ஆசிரியர்கள் குறிப்புகளில் சிறு சிறு விவரங்களுடன் பாடப்பொருள்கள், அவற்றைக் கற்பிக்கும் ஒழுங்கு, விளக்க மேற்கோள்கள், பிற மேற்கோள்கள் முதலியவை காணப்பெறும். அவற்றில் மாணுக்கர்களின் துலங்கல்கள், அவர்கள் விடுக்கும் சில அரிய விஞக்கள், செய்யும் தவறுகள் முதலியவற்றையும் குறித்துக்கொள்ளலாம்.

இத்தகைய குறிப்புகளைத் தனித் தனியான தாள்களில் ஒரு பக்கத்தில் எழுதிச் சேர்த்து வைத்துக்கொண்டால் நலம் ; தேவைக்கேற்றவாறு பட்டறிவு மிக மிக, பல செய்திகளை ஒவ்வொரு பாடத்திலும் சேர்த்துக்கொள்ளலாம். முதன் முதலாக ஒரு வகுப்புக்கு அறிவியல் கற்பிக்கப் புகும் ஆசிரியரின் குறிப்புகளில் சில செய்திகள் தாம் இருக்கக் கூடும் ; பல பக்கங்கள் எழுதப்பெருமலும் இருக்கலாம். நாளடைவில்தான் புதிய தகவல்கள் சேரும் ; எழுதப்பெருதிருக்கும் பக்கங்களும் எழுதப்பெறும். சில ஆண்டுகட்குப் பிறகு எழுதின ஆசிரியரைத் தவிர பிறருக்கு அக் குறிப்புகள் விளங்காமலும் போகும். ஆனல், அவை அவற்றை எழுதியவருக்குச் சிறந்த அறிவுக் கருவூலமாக இருந்து புதுப் புதுப் பொருள்களையும் கருத்துகளையும் நல்கி, அவருடைய பயிற்றும் திறனைப் பன்மடங்கு சிறப்பிக்கும். ‘என் கடன் பணி செய்து கிடப்பதே’ என்ற நோக்கத்துடன் பணியாற்றும் ஆசிரியர்களிடம் இத்தகைய குறிப்புகளைக் காணலாம்.

ஆசானின் நாட்குறிப்பு : அறிவியல் ஆசிரியர்கள் ஒவ்வொருவரிடமும் நாட்குறிப்பு ஏடு ஒன்றிருத்தல் வேண்டும். இதில் அவரால் ஆயத்தம் செய்யப்பெற்ற பாடத்திட்டம், பருவ, மாத, வார பாடத்திட்டங்கள், அவருடைய பாடவேளைப் பட்டி ஆகியவற்றைக் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். இதில் நாடோறும் செய்யும் வேலையை உடனுக்குடன் குறித்துத் தேதியையும் போடுதல் வேண்டும். செய்வதாகத் திட்டமிட்ட வேலை விவரம், முடிந்த வேலை, அதிகமாக முயன்று செய்த வேலை முதலிய விவரங்களை இதில் குறிக்கலாம். அடுத்த பக்கத்தில், காட்டப்பெற்றுள்ள அமைப்புப்படி நாட்குறிப்பு அமையலாம்.

‘குறிப்பு’ என்ற தலைப்பின் கீழ் அதிகமாகச் செய்த வேலை மாணுக்கருக்குத் தந்த எழுத்து வேலை, வீட்டு வேலை, கொடுத்த விஞக்கள், அறிவியல் படிப்பில் மாணுக்கர்கட்குக் கூறிய யோசனை முதலியவற்றைக் குறிப்பிடலாம். மாணுக்கர் செய்யும் சோதனைகள் அவற்றைச் செய்யும் முறைகள், நேர்ந்த சங்கடங்கள் முதலியவை பற்றிய குறிப்புகளையும் எழுதி வைக்கலாம். ஒரு சில மாணுக்கர்கள் செய்யும் பிழைகள் முதலியவற்றையும் குறித்து வைத்துக் கொண்டால்

வகுப்பிலுள்ளார் அனைவருக்கும் அவற்றை எடுத்துக் காட்டி, பின்னர் அத்தகைய பிழைகள் பிறரிடம் நேரிடாதவாறு பார்த்துக்கொள்ளலாம். நாட் குறிப்பின் ஒரு பகுதியில் வார, மாதத் தேர்வுகளின் முடிவுகள்,

தேதி	திட்ட வேலை	முடிந்த வேலை	குறிப்பு

புதிதாக வாங்க வேண்டிய துணைக் கருவிகள் முதலியவற்றையும் குறித்து வைக்கலாம். பாடம் நடைபெறும் பொழுது தேவையாக இருப்பவற்றைக் குறித்துக் கொண்டால்தான் பின்னுல் சாமான்கள் வாங்க நேரிடுங்கால் நினைவாக அவற்றையும் சேர்த்து வாங்க முடியும்.

பாடம் தொடங்குவதற்கு முன் திட்ட வேலையை நாட் குறிப்பில் குறிக்க வேண்டும்; பாடம் முடிந்ததும் பிற குறிப்புகளை எழுதுதல் வேண்டும். இத்தகைய நாட் குறிப்புகள் ஆசிரியர் நடைமுறையில் கண்டவையாதலின் அவை வருகின்ற ஆண்டுகளில் போடப்படும் திட்டங்கள் செவ்வனே அமையத் துணைபுரியக் கூடும்.

சில திறன்கள் : பிற ஆசிரியர்களுக்குத் தேவையிராத ஒரு சில திறன்களை அறிவியல் ஆசிரியர்கள் பெற்றிருத்தல் வேண்டும். இயல்பாக அத்திறன்கள் அமையப் பெருத ஆசிரியர்கள் பாடுபட்டு அவற்றை வளர்த்துக்கொள்ளுதல் வேண்டும். மனம் இருந்தால் வழி பிறக்கும். எந்த வயதிலும் இவற்றை வளர்த்துக் கொள்ளக்கூடும். ஆர்வம் மட்டிலும் இருந்தால் அநுபவத்தில் இவை நன்முறையில் அமைந்து விடும். ஏற்கெனவே குறிப்பிட்ட ஆய்வக அமைப்பு, கருவிகளைக் காத்தல் முறை, சிறு விபத்துகள் நேரிடாது பார்த்துக் கொள்ளும் முறை ஆகிய குறிப்புகளையெல்லாம் ஈண்டு சிந்தித்து உணர்க. அடியிற் குறிப்பிடப்பெறும் ஒரு சிலவற்றையும் கொள்க.

தாளுகச் செய்து கொள்ளும் சாதனங்கள் : அறிவியல் பாடத்திற்காகத் தன்னுடைய நுண்ணறிவைக் கொண்டு எத்தனையோ கருவிகளைச் சரிக்கட்டிக் கொள்ளலாம். எடுத்ததற்கெல்லாம் கம்பெனிச் சாமான்

சனை எதிர் பார்க்காது சிலவற்றைச் சரிக்கட்டிக் கொள்ளும் திறமையை ஆசிரியர் வளர்த்துக்கொள்ள வேண்டும். அவைபற்றிய குறிப்புகளை உரிய நூல்களில் கண்டு கொள்க.[4] தச்சு வேலை, உலோக வேலை, கண்ணாடி வேலை, ஒளிப்படக் கலை முதலியவற்றில் சிறிது பயிற்சியிருந்தால் இஃது எளிதில் முடியும்.

வேதியியற் பொருள்களைப் பாதுகாக்கும் முறை : ஒவ்வொரு வேதியியற் பொருளையும் பாதுகாக்கும் முறையை அறிவியல் ஆசிரியர் நன்கு அறிந்திருத்தல் வேண்டும். இவைபற்றிய ஒரு சில குறிப்புகளை அறிவியல் முறை நூல்களில் கண்டு கொள்க.[5]

வினைப்படுத்து பொருள்கள் : சில சோதனைகளுக்கு வேண்டிய சரியான வினைப்படுத்து பொருள்களைத் தயார் செய்யும் முறைகளை அறிவியல் ஆசிரியர் அறிந்திருத்தல் வேண்டும்.

மாணுக்கர்களின் சங்கடங்கள் : மாணுக்கர்கள் ஆசிரியர் கற்பிப்பவற்றைக் குறித்துக்கொள்ளும் முறை, குறிப்பேடுகளில் கோட்டுப் படங்களை வரைந்து பெயர்களைக் குறிக்கும் முறைகள், மின் சொடுக்கி, மின் கடங்கள், மாற்றிகள், மின் தடைகள், மின்னேட்ட மானி, மின் தங்கிகள், மின் கோடிகள் முதலிய மின்சாரக் கருவிகளைப் படத்தில் எளிதாகக் காட்டும் முறை, சோதனைகளை விவரிக்கும் முறை, ஓய்வு நேரங்களை ஈடுபாட்டுக் கலைகளில் கழிக்கும் வழிகள் முதலியவற்றை அறிவியல் ஆசிரியர் மாணுக்கர்களுக்குத் தெளிவாக அவ்வப்பொழுது விளக்குதல்வேண்டும்.

மாணுக்கரின் குறிப்பேடுகள் : உயர்நிலைப் பள்ளி மாணுக்கர்கள் அறிவியல் பாடத்திலும் எழுத்து வேலைகளை மேற்கொள்ள வேண்டியுள்ளது. அறிவியல் ஆசிரியர்கள் இதில் தக்க கவனம் செலுத்துதல் வேண்டும்.

அறிவியல் பாடத்திற்காக ஒவ்வொரு மாணுக்கனும் மூன்று குறிப்பேடுகள் வைத்திருத்தல் வேண்டும். ஒன்றில் வீட்டு வேலை ஒப்படைப்புகளையும், பிறவற்றையும் குறித்தல் வேண்டும். மற்றொன்றில், ஆசிரியர் வகுப்பில் கற்பிக்கும்பொழுது தரும் முக்கிய குறிப்புகள், கரும்பலகைச் சுருக்கங்கள், ஆசிரியர் சோதனைகள் காட்டும்பொழுது கவனிக்கும் சில முக்கிய குறிப்புகள் முதலியவற்றை எழுதுதல் வேண்டும். பிறிதொன்று மாணுக்கர் தாமாகச் செய்யும் சோதனைகளைக் குறிப்பதற்கும், சோதனைகளை விவரித்து

---

4. Saunders, H. N. : *The Teaching of General Science in Tropical Secondary Schools* p.p. 229-245.; யுனெஸ்கோ : அறிவியல் பயிற்றும் மூலமுதல் நூல் (இந்நூலாசிரியரின் தமிழாக்கம்), வெளியீடு : ஓரியண்ட் லாங்மான்ஸ், சென்னை 2.

5. Saunders H. N. இன் நூல்; பக்கம் 262-265.; யுனெஸ்கோ நூல்-இயல் 18. (ஈண்டு பலவற்றிற்கு விவரமான குறிப்புகள் தரப்பெற்றுள்ளன.)

எழுதுவதற்கும் பயன்படுத்த வேண்டும். மூன்று குறிப்பேடுகளுக்கும் மூன்று நிறத்தில் மேலட்டை அமைந்தால் நன்று. பள்ளியிலேயே இத்தகைய குறிப்பேடுகளைத் தயாரித்துக் கொடுக்கும் பொறுப்பு இருந்தால், மிகவும் நன்று. எல்லா குறிப்பேடுகளிலும் வலப்புறப் பக்கத்தில் மட்டிலும் எழுதுவதையும், இடப்புறப் பக்கங்களைப் படங்கள் வரைவதற்கும், கணக்குகள் போடுவதற்கும், ஆசிரியரின் திருத்தங்களுக்கும், பிற மூலங்களிலிருந்து திரட்டும் தகவல்களைக் குறித்தற்கும், பாடங்களைத் திருப்பும்பொழுது அறியும் புதிய செய்திகளை எழுதிக்கொள்ளுதற்கும் பயன்படுத்துதல் வேண்டும் என்பதைத் தொடக்கத்திலிருந்தே வற்புறுத்த வேண்டும்.

தாய் மொழியில் பயிற்றப்பெற்றாலும் மாணாக்கர் குறிப்பேடுகளில் குறிப்பெழுதுவதை அறியார். குறிப்பெடுத்தல் ஒரு தனிக் கலை; அது பழக்கத்தில் கைவரப்பெறுவது; ஆசிரியர் இதை முதலில் மாணாக்கருக்கு விளக்கிவிட்டால் அப்பழக்கம் அவர்களிடம் நல்ல முறையில் படியும். ஆசிரியர் கூறுவதில் முக்கிய பகுதிகளைப் பிரித்து, அவற்றை மட்டிலும் ஒரு தொடர்பான முறையில் குறிப்பேட்டில் குறிப்பது கடினமான செயல். கீழ் வகுப்புகளில் மாணாக்கர்கள் ஆசிரியர் கரும்பலகையில் எழுதும் சுருக்கங்களை மட்டிலும் குறித்துக் கொண்டால் போதுமானது; பட விளக்கங்களையும் கோட்டுப் படங்களையும் வரைந்துகொள்ள வேண்டும். மேல் வகுப்புகளில் தாமாக எழுதிக்கொள்ளும் பயிற்சியை மேற்கொள்ளலாம். எனினும், இடை இடையே முக்கியமான பகுதிகளில் ஆசிரியர் எழுதிக்காட்டும் கரும்பலகைச் சுருக்கங்களும் இன்றியமையாதவை.

ஒரு சில வினாக்களுக்கு விடை எழுதிவரச் செய்தல், செய்து காட்டலில் கவனித்த ஒரு சில செய்திகளைத் தொகுத்து எழுதிவரச் செய்தல், அல்லது வினாக்களுக்கு விடைகள் எழுதுதல், பிற இடங்களிலிருந்து தெரிந்து கொள்ளும் செய்திகளை எழுதுதல், நூலகங்களிலுள்ள தகவல் நூல்களில் ஒரு சில செய்திகளைக் காணச் செய்து அவற்றை எழுதுதல் — போன்றவற்றை அறிவியல் ஆசிரியர்கள் தரும் வீட்டு வேலையாகக் கருதலாம். இவற்றை ஆசிரியர்கள் அவ்வப் பொழுது திருத்தித் தந்துவிடுதல் வேண்டும். ஒரு சில குறியீடுகளை மேற்கொண்டு இவ்வேலையைத் திறமையாகவும் விரைவாகவும் செய்து முடிக்க வேண்டும்.

தாமாகச் செய்யும் சோதனைகளை எழுதும் குறிப்பேட்டில் வலப் புறத்தில் சோதனைகளின் விவரமும் இடப்புறத்தில் படங்கள், சோதனைகளின் எடுகோள்கள் அவைபற்றிய கணக்கீடுகள் முதலியவையும் இடம் பெறுதல் வேண்டும் என்பதை வற்புறுத்த வேண்டும். சோதனைகளை விவரித்தலில் எளிய, இனிய, தெள்ளிய, தீந்தமிழ் நடை

யைக் கையாளும் பழக்கத்தை மேற்கொள்ளச் செய்தல் வேண்டும். தொடக்கத்திலேயே எழுதும் முறையை நன்ருக விளக்கிவிட்டால் எழுத்து வேலையில் அதிகப் பிழைகள் ஏற்படா; குறிப்பேடுகளையும் ஆசிரியர் விரைவில் திருத்திக் கொடுத்துவிடலாம்.

பின்னிணைப்பு—1

இந்நூல் எழுதுவதற்குப் பயன்பட்ட நூல்கள்

அ—ஆங்கில நூல்கள்

Alexander Logen : Principle and Practice of School Gardening.

Board of Education : Handbook of Suggestions for Teachers.

Bossing, N. L. : Progressive Methods of Teaching in Secondary Schools.

Burniston Brown, G : Science : its Method and its Philosophy.

Dass, L. G. : Suggestions for the Teaching of Physics and Chemistry in India.

Elwood D. Heiss : Modern Methods and Materials for Teaching Science.

Gordon Nunn : Handbook for Science Teachers in Secondary Schools.

Greene and Jorgensen : Measurement and Evaluation in Secondary Schools.

Harry C. Mc. Known
Alwin B. Roberts : Audio-Visual Aids to Instruction.

Hoskins School Gardening

Hughes and Hughes : Learning and Teaching.

John Brown : Teaching of Science in Schools.

Joint Committee : The Teaching of Science in Secondary Schools.

Lucy R. Labter School Gardening for Little Children.

Lyla M. Olson: Prevention, First Aid and Emergencies.

Mcknown and Roberts: Audio-Visual Aids to Instruction.

Newsbury N. F.: The Teaching of Chemistry in Tropical Secondary Schools.

Saunders, H. N.: The Teaching of General Science in Tropical Modern Secondary Schools.

Science Masters Association: The Teaching of Science in Secondary Schools.

Sumner, W. L.: The Teaching of Science.

Sumner, W. L.: Visual Methods in Education.

St. John's Ambulance Association: First Aid to the Injured.

Todd, K. W.: First Aid in Illness.

Unesco: The Source Book of Science Teaching.

Weaver, G. G. and Bollinger, E. W.: Visual Aids.

ஆ-தமிழ் நூல்கள்

கம்பர்: கம்பராமாயணம்.

சமண முனிவர்கள்: நாலடியார்.

சிவஞான முனிவர்: காஞ்சிபுராணம்.

திருமூலர்: திருமந்திரம்.

திருவள்ளுவர்: திருக்குறள்.

தேசிக விநாயகம்பிள்ளை: மலரும் மாலையும்.

பலபுலவர்கள்: பத்துப்பாட்டு.

பாரதி: கவிதைகள்.

பல புலவர்கள்: தனிப்பாடல் திரட்டு-பகுதி க.

பாரதிதாசனார்: கவிதைகள்.

பரஞ்சோதியார்: திருவிளையாடற் புராணம்.

மாணிக்கவாசகர்: திருவாசகம்.

யுனெஸ்கோ: அறிவியல் பயிற்றும் மூலமுதல் நூல்.

பின்னிணைப்பு—2

மாதிரிப் பாடக்குறிப்புகள்

பாடக்குறிப்பு—1

வகுப்பு : V

பாடம் : *தவளையின் வளர்ச்சிப் பருவங்கள்.*

நோக்கம் : *(i) சாதாரணமாக எங்கும் காணப்பெறும் தவளையின் வாழ்க்கையைப்பற்றி அறிந்து கொள்வதில் மகிழ்ச்சி யூட்டுதல் ; (ii) தம்மைச் சுற்றியுள்ள பொருள்களைச் சரியான முறையில் உற்று நோக்கச் செய்வதில் பயிற்சி தருதல் ; (iii) பிராணிகளிடம் அன்பு* டனும் பரிவுடனும் இருப்பதற்கு மாணுக்கர்களைப் பழக்குதல்.

துணைக்கருவிகள் : *ஒரு கண்ணாடித் தொட்டியில் ஒரு வளர்ந்த தவளையும் பல்வேறு பருவங்களிலுள்ள தவளைக் குஞ்சுகளும் ; பாசியின் மீது இடப்பெற்றுள்ள தவளையின் முட்டைகள் முதலியவை.*

1. முன்னறிவு :

தவளையைப்பற்றி ஒரு சில செய்திகள் ஏற்கெனவே மாணுக்கர்கள் அறிந்திருத்தல் ; அதை நெருங்கிப் பார்த்த அறிவு ; பலர் நீர்த் தாவரங்களின்மீது வழுவழுப்பான பாசி போல் உள்ள பொருளைப் பார்த்திருத்தல்.

2. பாட வளர்ச்சி :

முதல் நிலை *(தொடக்கம்)*

அடியிற் கண்ட வினுக்களை விடுத்து மாணுக்கர்களின் முன்னறிவினைச் சோதிக்கலாம்.

(i) *தவளைகள் எங்கு அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன ?*

(ii) *எக்காலங்களில் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன ?*

(iii) *பலத்த மழைக்குப் பிறகு ஏரி, குளங்களில் கேட்கப்பெறும் ஒலி எவற்றினுடையது ?*

(iv) *தவளையின் உடல் எப்படியுள்ளது ?*

(v) தவளையின் உடல் உறுப்புகளைக் கூறுக.

இரண்டாம் நிலை *(தவளையின் வளர்ச்சிப் பருவங்கள்)*

மழைக்குப் பிறகு, தவளைகளின் ஒலிகளைக் கேட்ட ஒன்றிரண்டு நாட்களுக்குப் பிறகு, ஏரிகளுக்குச் சென்றால் அங்குள்ள நீர்த் தாவரங்களின்மீது பாசிபோல் வழுவழுப்பாகக் காணப்பெறும் பொருள்தான் தவளையின் முட்டை என்று ஆசிரியர் கூறுதல். தொட்டியிலுள்ள முட்டையை மாணாக்கர்களுக்குக் காட்டுதல். கருமையான பொருள்களின்மீது மாணாக்கர் கவனத்தை ஈர்த்தல். அவைதாம் தவளையின் எண்ணற்ற முட்டைகள் என்று உணர்த்துதல்.

ஒவ்வொரு முட்டையினின்றும் இவைபோன்ற (கண்ணாடித் தொட்டியிலுள்ள தலைப்பிரட்டைகளைக் காட்டுதல்) பிராணிகள் உண்டாகின்றன என்று கூறுதல்; அவற்றின் நிறம், வாலைக் கொண்டு நீந்தும் முறை முதலியவற்றை வினாக்களைப் போட்டுக்கொண்டே மாணாக்கர்கட்கு வலியுறுத்திக் கூறுதல்.

(ஒரு கண்ணாடி மூக்குக் குவளையிலுள்ள சற்று வளர்ந்த தலைப்பிரட்டையைக் காட்டி) அதன் உடலைக் கவனிக்கச் செய்தல்; தலை, உடல், வால் என்ற மூன்று பகுதிகளும் தனித்தனியாக அமைந்திருப்பதை நன்கு கவனிக்கச் செய்தல்; உடலில் இருபுறமும் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக செதிள் போன்ற இளஞ்சிவப்பு நிறமுள்ள (Pink) உறுப்புகள் தோன்றியிருப்பதைக் கவனிக்கச் செய்தல்; இவற்றின்மூலம் சுவாசிக்கின்றன என்று கூறுதல்.

தலைப்பிரட்டையின் மூன்றாம் நிலையைக் காட்டி, சில வினாக்கள் மூலம் செதிள்கள் மறைந்திருத்தலையும், கண்ணும் வாயும் செவுள்களும் தோன்றியிருத்தலையும், வாலின் அருகில் பின்னங்கால்கள் இரண்டு தோன்றியிருத்தலையும் அவர்கட்குக் காட்டுதல்; தண்ணீரிலுள்ள இளந் தாவரங்களைத் தின்னுதல்; செவுள்களால் சுவாசித்தல்.

(தலைப்பிரட்டையின் நான்காம் நிலையைக் காட்டி) வாலின் அடிப்பாகத்தில் இரண்டு முன்னங்கால்கள் வளர்ந்து வருவதையும் வால் குறைந்து கொண்டே வருதலையும் காட்டுதல்; செவுள்கள் மறைந்து நாசித் துவாரங்கள் ஏற்பட்டிருத்தலையும் காட்டுதல். இப்பொழுது இது தரையில் வசிப்பதற்கேற்ற வன்மையை அடைதல். (இதை ஆசிரியர் கூறுதல்.) **ஒவ்வொரு நிலையையும் படம் வரைந்து காட்டி விளக்குதல் வேண்டும்.**

3. தொகுத்தறிதல் :

முதலிலிருந்து இறுதிவரை தவளையின் வளர்ச்சியைப்பற்றி எளிய இனிய மொழியில் கூறி விளக்குதல். பிறகு அடியிற் கண்ட கரும்பலகைச் சுருக்கத்தை எழுதி மாணாக்கர்களை எழுதிக் கொள்ளும்படி செய்தல்.

(i) கடுகு போன்ற முட்டைகள் கோழை போன்ற ஒரு பொருளால் மூடப் பெற்றிருத்தல் ; இவை தவளை முட்டைகள் ; நீர்ப்பாசி யின் மீது, கல்லின் மீது ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும்.

(ii) (சூரிய வெப்பத்தால்) ஒரு வாரத்தில் சாம்பல் நிறமுள்ள தலைப்பிரட்டைகள் முட்டையிலிருந்து உண்டாதல்; தலையும் வாலும்தான் இருக்கும் ; நீர்ப்பாசியைக் கவ்விக்கொண் டிருக்கும்.

(iii) ஒரு வாரத்தில் அகன்ற வாய் தோன்றுதல் ; தலையின் இரு புறமும் சிறகு போன்ற சிறிய உறுப்புகள் முளைத்தல் ; இவற்றால் சுவாசித்தல்.

(iv) ஒரு மாதத்தில் வாலின் அடிப்பாகத்தில் இரண்டு பின்கால்கள் வளர்தல் ; சிறகு போன்ற சுவாச உறுப்புகள் மறைந்து செவுள்கள் தோன்றும் ; இதற்கு 'மீன் தவளை' என்று பெயர்.

(v) பின்னர் முன்னங்கால்கள் உண்டாதல் ; வால் வரவரக் குறைதல். செவுள்களிருந்த இடத்தில் நாசித் துவாரங்கள் ஏற்பட்டு அவற்றால் சுவாசித்தல் ; தரையில் வசிப்பதற் கேற்ற ஆற்றலை அடைதல்.

(vi) நாளடைவில் வால் மறைந்து, முதிர்ந்த தவளையாதல்.

குறிப்பு : தவளையின் பல்வேறு நிலைகளைக் காட்டும் படங்களை வரைந்து மாணுக்கர்களை வரைந்து கொள்ளச் செய்தல்.

பாடக்குறிப்பு—2

வகுப்பு : படிவம்—I

பாடம் : காந்தம்பற்றிய முதற்பாடம்.

நோக்கம் : காந்தத்தின் வகைகள், குணங்கள், பயன்கள் ஆகியவைபற்றிய செய்திகளைக் கற்பித்தல்.

துணைக்கருவிகள் : (i) காந்தக் கல் ; (ii) இலாடகாந்தம், சட்ட காந்தம் ; (iii) இரும்புச் சாவி, இரும்புத்தூள் ; (iv) முறுக்கில்லாத பட்டுக் கயிறு ; (v) வாலைதாங்கி.

1. முன்னறிவு :

இலாட காந்தத்தைப்பற்றிச் சிறிது அறிந்திருத்தல் ; அஃது இரும்புத் தூள்களை இழுத்துக்கொள்ளும் என்பதையும் அறிந்திருத்தல். (சில வினாக்களைக்கொண்டு இதை அறிதல்.)

2. பாட வளர்ச்சி :

முதல் நிலை (தொடக்கம்) ஓர் இலாடகாந்தத்தை வகுப்பிலுள்ளவர் களுக்குக் காட்டி அடியிற்காணும் வினாக்களை விடுத்தல்.

(அ) இஃது என்ன ?

(ஆ) இதைப்பற்றி ஏதேனும் உங்களுக்குத் தெரியுமா?
(இ) இதன் வடிவம் எதன் வடிவத்தைப் போலிருக்கின்றது?
(ஈ) இ∴து எந்தப் பொருளால் ஆனது?
(உ) வேறு வடிவத்தில் காந்தத்தைப் பார்த்திருக்கின்றீர்களா?

இரண்டாம் நிலை (காந்தமும் அதன் வகைகளும்.)

(அ) பல்வேறு வடிவ காந்தங்களைக் காட்டி அவற்றின் பெயர்களைக் கூறுதல்.
(ஆ) காந்தக் கல் கண்டறிந்த வரலாற்றைச் சுருக்கியுரைத்தல் - 'ஆட்டிடையனும் குறுந்தடியும்' என்ற கதையைக் கூறுதல். 'காந்தம்' என்ற சொல்லின் பொருளை விளக்குதல்.
(இ) காந்தத்தின் வகைகள் - இயற்கைக் காந்தம், செயற்கைக் காந்தம்.

மூன்றும் நிலை (பண்புகள்)

அடியிற்காணும் சோதனைகளைச் செய்துகாட்டி காந்தத்தின் குணங்களை விளக்குதல்.

(அ) காந்தத்தைக்கொண்டு இரும்புத்தூளை இழுக்கச் செய்தல்;
(ஆ) பட்டுக் கயிற்றில் தொங்கவிட்டு, அ∴து எப்பொழுதும் வட - தென் திசைகளையே காட்டி நிற்பதை உணர்த்துதல் - காந்தக் கல் (Lode stone) என்பதன் பொருளை விளக்குதல்;
(இ) இரும்புத்தூளை ஈர்க்கும் ஆற்றல் காந்தத்தின் இருமுனைகளிலும் அதிகமாக இருத்தலைக் காட்டுதல். (துருவங்களைப் பற்றிக் கூறி, அவற்றின் பெயர்களையும் உரைத்தல்.)
(ஈ) ஒத்த துருவங்கள் ஒன்று சேரா; மாறுபட்ட துருவங்கள் ஒன்று சேரும். துருவங்களின் ஒன்றுசேராத் தன்மைதான் ஒரு பொருள் காந்தமா? அன்று? என்பதை அறுதியிட உதவுதல் என்பதைக் கூறுதல்.

நான்காம் நிலை (பயன்கள்)

(அ) பித்தளைத் தூள், கண்ணாடித் தூள், பொடி, களிமண், தானியங்கள் முதலியவற்றிலிருந்து இரும்புத் தூளை அகற்றுவதற்கு; ஆலைத் தொழிலாளர் கண்ணில் விழும் இரும்புத்தூளை அகற்றுவதற்கு: (ஆ) காந்தமுள்ள பாரம் தூக்கிகளைக் கொண்டு பெரிய இரும்புத் துண்டுகளை மேலே தூக்குவதற்கு; (இ) காந்த ஊசி, திசை காட்டி ஆகியவற்றைக் கொண்டு திசைகளை அறிந்து கொள்வதற்கு (மாலுமிகள், விமானிகள்.)

3. **தொகுத்தறிதல்:**

வினாக்களை விடுத்து மாணாக்கர் தரும் விடைகளைக் கொண்டு 'கரும்பலகைச் சுருக்கத்தை' வரைதல்.

கரும்பலகைச் சுருக்கம்

1. **காந்தம் : வடிவமும் வகையும் :**

(அ) இலாடக் காந்தம் ;

(ஆ) சட்டக் காந்தம் ;

(இ) காந்த ஊசிகள் ;

(ஈ) காந்தக் கல்.

முன்னவை மூன்றும் செயற்கையானவை ; நான்காவது இயற்கையானது.

2. **காந்தத்தின் குணங்கள் :**

(அ) இரும்புத் தூளை இழுத்துக்கொள்ளுதல் ;

(ஆ) தொங்கவிட்டால் வட—தென் திசைகளையே காட்டுதல் ;

(இ) ஈர்ப்பு ஆற்றல் துருவங்களில் அதிகமாக இருத்தல் ;

(ஈ) ஓரின துருவங்கள் ஒன்றையொன்று விலக்குதல் ; எதிரின துருவங்கள் ஒன்றையொன்று இழுத்தல்.—இது காந்தத்தின் முதல் விதி.

(உ) 'விலக்குந் தன்மை' ஒரு பொருள் காந்தம் என்பதை அறுதியிட உதவுதல்.

3. **காந்தத்தின் பயன்கள் :**

(அ) பிற பொருள்களிலிருந்து இரும்புத்தூளைப் பிரித்தெடுப்பதற்கு;

(ஆ) திசைகளை அறிவதற்கு.

பாடக் குறிப்பு—3

வகுப்பு : படிவம்—III

பாடம் : கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு வாயுவைத் தயாரித்தலும் அதன் குணங்களும்.

நோக்கம் : கார்பன்-டை ஆக்ஸைடு வாயுவைத் தயாரித்து அதன் குணங்களைச் சோதனைகள் மூலம் கண்டறிதல்.

துணைக்கருவிகள் : கண்ணாடிக் குடுவை, இரு துளையுள்ள அடைப்பான், காப்புப் புனல், பகர வளைவுள்ள போக்குக் (கண்ணாடிக்) குழல், ஐந்து வாயு சாடிகள், தெளிந்த சுண்ணாம்பு நீர், சலவைக் கல் துண்டுகள், நீர்த்த ஹைட்ரோ-குளோரிக அமிலம், மெழுகுவத்தி, தீப்பெட்டி, சிறிது ஆல்ககால், கண்ணாடி வில்லைகள்.

1. **முன்னறிவு :**

மூச்சு விடும் காற்றிலுள்ளது கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு ; அது தெளிந்த சுண்ணாம்பு நீரைப் பால்போலாக்கும்.

2. **பாட வளர்ச்சி :**

முதல் நிலை (தொடக்கம்): ஆசிரியர் அடியிற் காண்பவை போன்ற சில வினாக்களால் மாணாக்கரின் முன்னறிவைச் சோதிக்க வேண்டும்.

(அ) நாம் மூச்சு விடும் காற்றில் என்னென்ன வாயுக்கள் உள்ளன ?

(ஆ) கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு வாயுவைப்பற்றி உனக்கு ஏதாவது தெரியுமா ?

(இ) அதன் குணம் என்ன ?

(ஈ) தெளிந்த சுண்ணும்பு நீரில் அதனைச் செலுத்தினுல் என்ன காண்பாய் ?

இரண்டாம் நிலை (வேதியியல் முறை மூலம் வாயுவைத் தயாரித்தல்.) :

ஒரு கண்ணுடிக் குடுவையில் சில சலவைக்கல் துண்டுகளைப் போட்டுப் புனலும் போக்குக் குழலும் செருகியுள்ள இரப்பர் அடைப்பானுல் இறுக மூடுதல்—போக்குக் குழலின் மற்றொரு நுனியை ஒரு வாயு சாடியில் புகுத்தி வைத்தல்—புனல் வழியாக நீர்த்த ஹைட்ரோ குளோரிக அமிலத்தை விடுதல்—குடுவையிலுள்ள சலவைக் கல் தூள்கள் அமிலத்தில் கரைந்து பொங்கிவரும் வாயுவை வெளிப்படுத்தல்—அந்த வாயுவைப் போக்குக் குழாய் வழியாகச் சாடிகளில் பிடித்து நிரப்பி வைத்தல்—சாடிகளிலுள்ள வாயுவைக் கொண்டு அடியிற் கண்ட சோதனைகளைச் செய்தல்.

வாயுவைத் தயாரிக்கும்பொழுது புனலுள்ள குழல் குடுவையிலுள்ள அமிலத்தில் மூழ்கியிருக்க வேண்டும் என்பதை வற்புறுத்துதல்.

சோதனை 1 : முதல் சாடியில் எரியும் மெழுகுவத்தியை இறக்கி அஃது அணைவதைக் காட்டல்.

சோதனை 2 : இரண்டாவது வாயு சாடியைக் கிண்ணத்தில் எரியும் சாராயத்தின்மீது கவிழ்த்து அஃது அணைவதைக் காட்டல்.

சோதனை 3 : மூன்றுவது சாடியில் தெளிந்த சுண்ணும்பு நீரை விட்டுக் குலுக்கி அது வெண்ணிறமாக மாறுவதைக் காட்டல்.

சோதனை 4 : நான்காவது வாயு சாடியைக் காலியாகவுள்ள வேருெரு சாடியின்மீது கவிழ்த்து, கீழேயுள்ள சாடியில் சுண்ணும்பு நீர்ச் சோதனை செய்தல் ; அது வெண்ணிறமடைதல்.

3. தொகுத்தறிதல் :

சில வினுக்களைக் கொண்டு கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடின் குணங்களை மாணுக்கர்களிடமிருந்து வருவித்து அவற்றைக் கரும்பலகையில் எழுதுதல்.

கரும்பலகைச் சுருக்கம்

கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு : சலவைக் கல் துண்டுகள் + நீர்த்த ஹைட்ரோ குளோரிக அமிலத்தைக் கொண்டு கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு தயாரித்தல்.

குணங்கள் :

(i) நிறம், மணம் இல்லை.
(ii) காற்றைவிடக் கனமானது ; ஒரு பாத்திரத்திலிருந்து மற்றொரு பாத்திரத்திற்கு ஊற்றலாம்.
(iii) தெளிந்த சுண்ணும்பு நீரைப் பால்போலாக்குகின்றது.
(iv) எரியும் பொருள்களை அணைத்து விடுகின்றது. (தீயணைப் பானில் பயன்படும்.)
(v) நீரில் கரைந்து சற்றுப் புளிப்புச் சுவையுள்ள கரைசலைத் தருவது. (அதுதான் நாம் அருந்தும் சோடா நீர்.)

பயன்கள் :

(i) தீயணைப்பானில் பயன்படுதல்;
(ii) சோடாப் பானம் தயாரிப்பதற்கு உதவுதல்;
(iii) செடிகள் மாப்பொருள் தயாரிப்பதற்கு உதவுதல்.

பாடக் குறிப்பு—4

வகுப்பு : படிவம்—IV

பாடம் : வன்னீரும் மென்னீரும்.

நோக்கம் : நீரின் கடினத் தன்மையையும் அதைப் போக்கும் முறைகளையும் விளக்குதல்.

பயிற்றும் சாதனங்கள் : ஆற்று நீர், குளத்து நீர், கிணற்று நீர் வகைகள் ; சோப்பு, சோடியம் கார்பனேட்டு, கால்சியம், மக்னீசியம் குளோரேட்டுகள், கால்சியம் மக்னீசியம் சல்ஃபேட்டுகள்.

1. முன்னறிவு :

சிலவகை நீர்களில் சோப்பு கரையும்பொழுது அதிக நுரை வருவதும் வராததும் ; சில நீர்களைக் குடித்தால் உப்புக் கரிப்பது.

2. பாட வளர்ச்சி :

முதல் நிலை (தொடக்கம்): ஆசிரியர் கிணற்று நீர், குழாய் நீர் இரண்டிலும் சோப்பைக் கரைத்துக் காட்டி அடியிற் காண்பவை போன்ற வினுக்களை விடுத்து மாணுக்கரின் முன்னறிவினைச் சோதிக்க வேண்டும்.

(அ) கிணற்று நீரில் நன்ருக நுரை வராததற்குக் காரணம் என்ன ?
(ஆ) குழாய் நீரில் நன்கு நுரை வருவதற்குக் காரணம் என்ன ?
(இ) சலவைத் தொழிலாளி சலவைச் சோடாவை ஏன் பயன்படுத்துகின்ருன் ?

இரண்டாம் நிலை (தற்காலிகக் கடினத்துவம்.) :

கிணற்று நீரில் சில உப்புகள் கரைந்திருந்தல் ; நிலத்திலுள்ள சுண்ணும்புக் கற்பாறைகள் ; தண்ணீரில் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு

கரைந்திருத்தல்; இக்கரைசல் சுண்ணும்புக் கல்லைக் கால்சியம்-பை-கார்பனேட்டு என்னும் உப்பாகக் கரைத்துவிடுதல். இவ்வாறே மக்னீசியம்-பை-கார்பனேட்டு நீரில் இருத்தல்; இந்தக் கால்சியம் மக்னீசிய பைகார்பனேட்டுகள் கரைந்த நீரில் சோப்புக் கரையும் பொழுது நுரை வருவதில்லை.

சோதனை 1 : இந்த நீரைச் சிறிது கொதிக்க வைத்துப் பிறகு அதில் சோப்பைக் கரைத்தல்; நுரை வருதல்.

நுரை வருவதற்குக் காரணம் என்ன ?

இதற்குச் சரியான விடை வருதல் சிரமம். (ஆசிரியரே கூறுதல்) நீர் கொதிக்கும்பொழுது அதிலிருந்து கார்பன்-டை ஆக்ஸைடு வெளியேறி விடுகின்றது. கால்சியம், மக்னீசியம் பை-கார்பனேட்டுகள், **கரையாத** கால்சியம் மக்னீசியம் கார்பனேட்டுகளாக மாறி நீரின் அடியில் வண்டல்போல் படிதல்.

கிணற்று நீரைக்கொண்டு செய்யப்பெறும் சோதனையால் இதனைக் காட்ட இயலாது. நல்ல நீரில் கால்சியம் பை-கார்பனேட்டைக் கரைத்து, சூடாக்கி இதனைக் காட்டலாம்.

கால்சியம்-பை-கார்பனேட்டு = கால்சியம் கார்பனேட்டு + கரியமில வாயு.

தண்ணீரைக் கொதிக்க வைத்து கடினத்துவம் நீக்கப்பட்டது. எளிதில் நீங்கும் கடினத் தன்மை "தற்காலிகக் கடினத்துவம்" என்று கூறுதல். இஃது உண்டாதலையும் நீக்குதலையும் அடியிற் காணும் சோதனையால் காட்டுதல்.

சோதனை 2 : தெளிந்த சுண்ணும்பு நீரில் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடைச் செலுத்துதல்; அது வெண்மை நிறம் அடைதல்; மேலும் செலுத்துதல்; வெண்மை நிறம் மாறுதல்; இதைச் சூடாக்குதல்; அடியில் வெண்மையான வண்டல் படிதல் —(இதை ஆசிரியர் நன்கு விளக்குதல் வேண்டும்.)

இந்த நீரைப் "பாய்லர்களில்" பயன்படுத்தினல் நேரிடும் கேடுகளைக் கூறி விளக்குதல்.

மூன்றும் நிலை : (நிலைத்த கடினத்துவம்.) :

கொதிக்க வைத்தாலும் நீங்காத கடினத்துவம்—நிலைத்த கடினத்துவம். கால்சிய மக்னீசயக் குளோரைடு உப்புகள், கால்சிய, மக்னீசிய சல்பேட்டு உப்புகள்—இவற்றில் ஏதாவது ஓர் உப்போ பல உப்புகளோ கரைந்திருந்தால் தண்ணீர் நிலைதத கடினத்துவத்தை அடைந்திருத்தல் (இதை ஆசிரியர் கூறத் தான் வேண்டும்.)

நிலைத்த கடினத்துவத்தை நீக்குவதெங்ஙனம் ? (கரைந்திருக்கும் மேற்படி உப்புகளை நீக்குதல் வேண்டும்.) சலவைச் சோடாவைச் சேர்த்

தால் நிலைத்த கடினத்துவம் நீங்குதல் (விளக்கம்); சலவைச் சோடா என்பது சோடியம் கார்பனேட்டு; இது நீரில் கரைவது. இதை நீரில் கரைக்கும்பொழுது கரைந்திருக்கும் கால்சிய மக்னீசிய உப்புகள் கரையாத கால்சிய, மக்னீசிய கார்பனேட்டுகளாக மாறி அடியில் தங்குதல்.

கால்சியம் குளோரைடு+சோடியம் கார்பனேட்டு
=சோடியம் குளோரைடு+கால்சியம் கார்பனேட்டு
(விழும்பொருள்)
கால்சியம் சல்:பேட்டு+சோடியம் கார்பனேட்டு
=சோடியம் சல்:பேட்டு+கால்சியம் கார்பனேட்டு
(விழும் பொருள்)

இவ்வாறே மக்னீசிய உப்புகளுக்கும் எழுதிக் காட்டி விளக்குதல். வடிகட்டினால் மென்னீர் கிடைக்கும்.

நான்காம் நிலை *(சோதனைகள்)* :

கிணற்று நீரைக்கொண்டு மேலே காட்டியதை மெய்ப்பித்தல் சிரமம்.

சோதனை 3 : மேற்கூறிய நான்கு உப்புகளையும் நான்கு பெரிய சோதனைக் குழாய்களில் தனித்தனியே கரைத்து, சோப்பைக் கரைத்துக் காட்டி, சூடாக்கிக் காட்டி, சோடியம் கார்பனேட்டைக் கரைத்துக் காட்டி, வடிகட்டி, சோப்பு கரைதலைக் காட்டுதல்.

3. **தொகுத்தறிதல் :**

சில வினாக்களை விடுத்துக் கரும்பலகைச் சுருக்கத்தை வரையலாம்.

(i) கடினத்துவம்-தற்காலிகக் கடினத்துவம், நிலைத்த கடினத்துவம்.

(ii) தற்காலிகக் கடினத்துவம் கால்சிய, மக்னீசிய பை-கார்பனேட்டுகள் கரைந்திருப்பதால் உண்டாதல்; இதனை (அ) கொதிக்க வைத்தும் (ஆ) சுண்ணாம்பு நீரைச் சேர்த்தும் நீக்கலாம்.

(iii) நிலைத்த கடினத்துவம், கால்சிய, மக்னீசிய குளோரைடு, சல்:பேட்டுகள் கரைந்திருப்பதால் ஏற்படுதல். இதனைச் சலவைச் சோடாவைச் சேர்த்துப் போக்குதல்.

பாடக் குறிப்பு—5

வகுப்பு : படிவம்—V.

பாடம் : *விதை பரவுதல்.*

நோக்கம் : *தாவரங்கள் எவ்வாறு தம் இனத்தைப் பெருக்குகின்றன என்பதை விளக்குதல்.*

பயிற்றும் சாதனங்கள் : வெண்டை, ஆமணக்கு, இலவம், பருத்தி, நாயுருவி, தென்னை நெற்று, குண்டுமணி, எருக்கு, தணக்கு, ஷோரியா, வேங்கை—ஆகியவற்றின் விதைகள்.

1. முன்னறிவு :

தாவரங்கள் திறமையுடன் இல்லறம் நடத்தி விதைகளை உண்டாக்கு வதை மாணாக்கர்கள் அறிந்திருத்தல். சில வினாக்களைக்கொண்டு இதனை அறிதல்.

2. பாட வளர்ச்சி :

முதல் நிலை (தொடக்கம்): ஆசிரியர் அடியிற் காண்பவை போன்ற சில வினாக்களை விடுத்து மாணாக்கர்களின் முன்னறிவினைச் சோதித்தல் வேண்டும்.

(அ) தாவரங்கள் விதைகளை ஏன் உண்டாக்குகின்றன ?

(ஆ) எல்லா விதைகளும் தாய் மரத்தின் அடியிலேயே விழுந்தால் என்ன நேரிடும் ?

(இ) தாவரங்கள் செழிப்பாகவும் வளமாகவும் வளர்வதற்கு விதைகள் என்ன செய்ய வேண்டும் ?

இரண்டாம் நிலை (விதைகள் பரவுதல்): இயற்கையில் விதைகள் பரவுவதற்கு அமைந்துள்ள சாதனங்களை வகைப்படுத்தி விளக்குதல். சிறு வினாக்களால் மாணாக்கர்களிடமிருந்தே அவற்றை வருவித்து வகைப்படுத்தலாம்.

காற்று:

(அ) எருக்கன் காய் வெடித்தால் அதிலுள்ள விதைகள் எவ்வாறு பரவுகின்றன ?

(ஆ) அது மாதிரி காற்றினால் பரவக்கூடிய வேறு தாவர விதை கள் யாவை ?

மாணாக்கர்கள் இலவம், பருத்தி, தங்கரளி, மூக்குத்திப் பூண்டு என்று பல விடைகளைத் தரலாம். ஆசிரியர் தணுக்கு, ஷோரியா, வேங்கை முதலியவற்றின் விதைகளுக்கு இறகுகள் உண்டென்றும், அவற்றின் மரங்கள் உயரமாக இருக்கும் என்றும், அவற்றிலிருந்து விதைகள் 'தொப்' என்று விழாமல் காற்றில் சுழன்று நெடுந்தொலைவில் சென்றுவிடும் என்றும் கூறுதல் (மாதிரி விதைகளைக் காட்டுதல்).

பிராணிகள் :

(அ) வேப்பம் விதைகள் எவ்வாறு பரவுகின்றன ?

(ஆ) நாவற்பழம், ஆலம்பழம்-ஆகியவற்றின் விதைகள் எவ்வாறு பரவுகின்றன ?

(இ) ஆமணக்கு, குண்டுமணி எவ்வாறு பரவுகின்றன ?

இம்மாதிரியான வினாக்களை விடுத்துத் தக்க விடைகளை வருவிக்க லாம். சதைப்பற்றுள்ள பழங்கள் தின்னப்பெற்று வேறு இடங்களில் துப்பப்படுதல் ; எச்சமிடப்படுதல் ; ஆமணக்கு, குண்டுமணியைப் பூச்சிகள் என்று எண்ணிப் பறவைகள் விழுங்கி விடுதல் ; எச்சத்தால் வெளி வந்து பரவுதல். நாயுருவி, நெருஞ்சி, தேள் கொடுக்கு, ஒட்டடைப்

புல் போன்றவை பிராணிகளின் உடம்பில் ஒட்டிக்கொண்டு வெவ்வேறு இடங்களில் விழுதல்-என்று கூறுதல்.

நீர் :

(அ) அல்லி, தாமரையின் விதைகள் எவ்வாறு பரவுகின்றன ?

(ஆ) தென்னை விதை (தேங்காய் நெற்று), புன்னை எவ்வாறு பரவுகின்றன ?

நீரினால் எவ்வாறு பரவுகின்றன என்பதை வினவுதல்; மாணாக்கர்கட்குத் தெரியாவிட்டால் ஆசிரியர் விளக்குதல் ; மா, பலா, கொய்யா முதலியவற்றின் பழங்களை விலங்குகள் நெடுந்தொலைவுக்கு எடுத்துச் சென்று உண்டு விதைகளை எறிதல் ; காக்கை-வேப்பம்பழம் ; வௌவால்-சில பழங்கள் ஆகியவற்றை விளக்குதல்.

சுயமுயற்சி (வெடித்தல்)

(அ) வெண்டை விதை எவ்வாறு பரவுகின்றது ?

(ஆ) காசித்தும்பை எவ்வாறு பரவுகின்றது ?

இவை வெடித்துப் பரவுதல்; இன்னும் சில: ஆமணக்கு, தம்பட்டை; இவை பரவுமாற்றை விளக்குதல்.

3. **தொகுத்தறிதல் :**

சில வினாக்களை விடுத்து மாணாக்கர்கள் தரும் விடைகளைக்கொண்டு 'கரும் பலகைச் சுருக்கத்தை' வரைதல்.

கரும்பலகைச் சுருக்கம்

(1) காற்றினால் விதைகள் பரவுதல் (எ-டு.) எருக்கு, இலவம், பருத்தி, வேங்கை, தணுக்கு, ஷோரியா.

(2) பிராணிகளால் பரவுதல் (எ-டு.) மா, பலா, கொய்யா, ஒட்டுப்புல், நெருஞ்சி, நாயுருவி.

(3) நீரினால் பரவுதல் (எ-டு.) அல்லி, தாமரை, தென்னை நெற்று, பனங்காய், பீர்க்கு, சுரை முதலியவை.

(4) வெடித்தலால் பரவுதல் (எ-டு.) வெண்டை, ஆமணக்கு, காசித்தும்பை, தம்பட்டை முதலியவை.

பின்னிணைப்பு—3

கலைச்சொல் அகராதி

Ability	திறன்
Accuracy	திட்பம், திருத்தம்
Achievement	அருஞ் செயல்
Acid	அமிலம்
Acetic	அசீட்டிக அமிலம்
Concentric	அடர் அமிலம்
Carbolic	கார்பாலிக அமிலம்
Citric	சிட்ரிக அமிலம்
Hydrochloric	ஹைட்ரோகுலோரிக அமிலம்
Nitric	நைட்டிரிக அமிலம்
Oxalic	ஆக்ஸாலிக அமிலம்
Sulphuric	கந்தக அமிலம்
Acidic	அமில
Adequacy	இயலுகை, போதுமானும்
Adolescence	குமரப் பருவம்
Pre-	முன் குமரப் பருவம்
Post-	பின் குமரப் பருவம்
Adrenalin	மாங்காய்ச் சுரப்பி நீர்
Agricultural farm	வேளாண்மைப் பண்ணை
Airodrome	விமான நிலையம்
Air-oven	காற்றடுப்பு
Airo plane	விமானம்
Album	தொகுப்பெட்டி
Alkali	காரம்
Caustic	எரிகாரம்
Alum	சீனக்காரம், சீனயம்
Ammonium nitrate	அம்மோனியம் நைட்ரேட்டு
Anaesthetic	வலிநீக்கி
Analogy	ஒப்புமை

Analysis	பகுப்பு, பாகுபாடு
Gravimetric	எடையறிவு பகுப்பு
Qualitative	பண்பறிபகுப்பு
Quantitative	அளவறிபகுப்பு
Volumetric	பருமனறி பகுப்பு
Anther	மகரந்தப்பை
Antidote	மாற்று மருந்து
Antiseptic	அண்டிசெப்டிக், நச்சரி
Apparatus	ஆய்கருவி, துணைக்கருவி,
Appendix	பின்னிணைப்பு
Appliance	சாதனம்
Arch	வளைவுக் கட்டிடம்
Artery	பாய் குழல், தமனி
Asbestos	அஸ்பெஸ்டாஸ், கல்நார்
Assumption	ஊகம், சங்கற்பம்
Astronomy	வான நூல்
Atmosphere	வாயுமண்டலம், வளிமண்டலம்
Attitude	மனப்போக்கு, மனப்பான்மை
Auditory	செவிப்புல
Auto-biography	தன் - வரலாறு
Axioms	வெளிப்படை உண்மைகள்
Bacteria	நுண்ணுயிரி
Balance	தராசு, துலை
Baking soda	சமையல் சோடா, ரொட்டி சோடா
Bare	நிருவாணமான
Barometer	பாரமானி
Basic	உப்பு மூல
Beaker	மூக்குக் குவளை
Bean	அவரை இனம்
Biography	வாழ்க்கை வரலாறு
Biology	உயிரியல்
Bleaching powder	சலவைத் தூள்
Bleeding	இரத்தம் வடிதல்
Serious	மிகுதியாக இரத்தம் வடிதல்
Slight	சிறிதளவு இரத்தம் வடிதல்
Blood	இரத்தம், குருதி
Blow pipe	ஊது துருத்தி
Foot ,,	மிதி துருத்தி
Mouth ,,	ஊது துருத்தி

Bottle	போத்தல்
Bronze age	வெண்கலக் காலம்
Brush	தூரிகை
Bulletin board	விளம்பரப் பலகை
Burette	பியூரெட்
Burn	தணற்புண், சுடுபுண்
Burner	அடுப்பு
Calculation	கணக்கீடு
Calender	காலக்குறிப்பேடு
Calorimeter	வெப்ப அளவுமானி
Calory	கனலி, கலோரி
Calyx	புல்லிவட்டம், புற இதழ்
Capacity	கொள்ளளவு
Capillary tube	தந்துகிக் குழாய்
Capillarity	தந்துகித் தன்மை
Carbon disulphide	கார்பன் டைசல்ஃபைடு
Carbon monoxide	கார்பன் மோனுக்ஸைடு
Carnivorous	புலாலுண்ணும்
Cartoon	கேலிப்படம்
Catalogue	பட்டி
Catalyst	கிரியா ஊக்கி, கடுவினை ஆக்கி
Cathetometer	திரவமட்ட மானி
Cell	உயிரணு, (மின்) கலம்
Chalk	சீமைச் சுண்ணம்
Charts	கோட்டுப்படங்கள்
Chemistry	வேதியியல்
In-organic	அனங்கக வேதியியல்
Organic	அங்கக வேதியியல்
Chemical reaction	வேதியியல் வினை
China dish	சீனக் கிண்ணம்
Clarification	தெளிவாக்கல்
Clarity	தெளிவு
Clinical thermometer	சுரமானி
Clot	உறைவு, கட்டுதல்
Coal tar	நிலக்கரித் தார்
Colloidal ferric hydroxide	கூழ்நிலை அயக ஹைட்ராக்ஸைடு
Column of water	நீர்ப்பிழம்பு, நீர் ஸ்தம்பம்
Combination	கூடுகை
Community	சமூகம்

Composition	இயைபு
Composition of water	நீரின் இயைபு
Compound	கூட்டுப் பொருள்
Binary	இருதனிமக் கூட்டுப் பொருள்
Complex	பகுபொருட் கூட்டுப்பொருள்
Comprehension	புரிந்து கொள்ளும் திறன்
Concept	மானதக் காட்சி, பொது உணர்வு
Condenser	மின்சார மதுகையேற்றி, மின்தங்கி
Conjunctiva	இமையிணைப் படலம்
Constant	மாறிலி
Contrivance	கருவி, உபாயம்
Cork	தக்கை
Cork-borer	தக்கைத் துளைப்பான்
Cornea	விழி வெண்படலம்
Corolla	அல்லி வட்டம், அக இதழ்
Corrosive	அரிக்கும்
Cotton wool	வெட்டுப் பஞ்சு
Correlated teaching	பொருத்திப் பயிற்றல்
Correlation	பொருத்திக் காட்டல்
Crucible	புடக்குகை
Crude	பண்படா
Crystal	படிகம்
Current	மின்னோட்டம்
Curriculum	கல்வி ஏற்பாடு
Cylinder	சிலிண்டர்
Daily	நாளிதழ்
Dairy farm	பால்பண்ணை
Data	எடுகோள்கள், புள்ளிவிவரங்கள்
Decomposition	சிதைவு
Deciduous tree	இலையுதிர்க்கும் மரம்
Declination of the sun	சூரிய விலக்கம்
Deduction	அநுமானம், பகுத்தறிதல்
Definition	வரையறை, இலக்கணம்
Deliquescent	நீர் பருகும்
Delivery tube	போக்குக் குழாய்
Demonstration	செய்துகாட்டல்
Density	அடர்த்தி, செறிவு, திண்மை
Diagram	உருவப்படம், வரிவடிவம், விளக்கப்படம்
Diameter	குறுக்களவு

Digestion	செரித்தல்
Discovery	கண்டுபிடிப்பு
Discussion	கலந்தாய்தல்
Disinfectant	நச்சு நீக்கி
Dish	தகழி, கிண்ணம்
Ecology	சூழ்நிலைக் கலை
Educational trip	கல்விப் பயணம்
Efficiency	வினைத் திறன்
Efflorescent	தூள் பூக்கும்
Electro-magnetic wave	மின் காந்த அலை
Electric terminal	மின் கோடி
Element	தனிமம்
Embryo	இளஞ்சூல், கரு, முளை
Emery paper	கற்பொடித்தாள்
Emetic	வாந்தி மருந்து, உமட்டு மருந்து
Emotion	மனவெழுச்சி
Empirical	அநுபவ பூர்வமான, புலவழி
Episcope	எபிஸ் கோப்பு
Epidiascope	எபிடயாஸ் கோப்பு
Equation	சமன்பாடு
Ether	ஈதர்
Evolution	படி வளர்ச்சி
Examination	தேர்வு
Annual	ஆண்டுத் தேர்வு
Essay type	கட்டுரை முறைத் தேர்வு
New type	புதுமுறைத் தேர்வு
Old type	பழையமுறைத் தேர்வு
S. S. L. C.	பள்ளி இறுதித் தேர்வு
Terminal	பருவத் தேர்வு
T. S. L. C.	பயிற்சிப் பள்ளி இறுதித் தேர்வு
Excretion	கழிவு
Excursion	சுற்றுலா
Exhibition	பொருட்காட்சி
Experience	பட்டறிவு, துய்த்தறிவு
Explosion	வெடித்தல்
Explosive	வெடிமருந்து வகை
Explosive substance	வெடி பண்டம்
Fact	மெய்ம்மை, நடந்த செயல், செய்தி
Ferrous sulphate	அயச சல்ஃபேட்டு

Fibrin	பைபிரின், உறை நிணநீர்
Filing	அரத்தூள்
Film	ஃபிலிம்
Film projector	ஃபிலிம் புரொஜெக்டர்
Film strip	படச் சுருள்
Film strip projector	ஃபிலிம்ஸ்டிரிப் புரொஜெக்டர்
Fire extinguisher	தீயணைப்பான்
Fire station	தீயணைக்கும் நிலையம்
Flame	சுவாலை
Flask	குடுவை
Flint	சக்கி முக்கிக் கல்
Forceps	இடுக்கி, சாமணம், குறடு,
Formula	வாய்பாடு, குறியீடு
Foundry	வார்ப்பிடச் சாலை
Frequency	அதிர்வு எண்
Fuel	எரி பொருள், தீயிரை
Fume	நச்சு ஆவி
Fume cupboard	நச்சு ஆவி போக்கி
Fumes	புகைகள்
Fungus	காளான்
Funnel	புனல்
Gas jar	வாயு சாடி
Galena	ஈயகந்தகக் கல்
Galvanometer	மின்னோட்டமானி
Galvanoscope	மின்னோட்டங்காட்டி
Genus	வகை
Generator	ஜனனி
Germ	கிருமி
Geology	நில உட்கூற்றியல்
Geography	நிலவியல்
Gland	சுரப்பி
Glossary	திரிசொல்லகராதி
Glucose	பழவெல்லம்
Glycerine	கிளிசெரின்
Graph	வரைப்படம்
Harmones	ஹார்மோன்கள்
Heart	இதயம், குருதியீரல்
Height	உயரம்
Herbivorous	பயிருண்ணும்
Hinges	கீல்கள்

Hobby	ஈடுபாட்டுக்கலை
Home-made apparatus	சொந்தமாகச் செய்த துணைக்கருவிகள்
Humidity	ஈரப்பதம்
Hydrometer	நீர்மச் செறிவு மானி
Hydrostatics	நீர்மநிலையியல், ஹைட்ரோ ஸ்டாட்டிக்ஸ்
Hydrogen	ஹைட்ரஜன்
Hydroxide	ஹைடிராக்ஸைடு
Hygiene	நலவழி
Hygrometer	ஈரமானி
Hypothesis	கருதுகோள்
Image	விம்பம்
Imagination	கற்பனை
Incubation period	முற்று பொழுது, அடை காக்குங் காலம்
Index	குறிப்புப் பொருளகராதி
Inference	அநுமானம், உய்த்துணர்வு, தேற்றம்
Infection	தொற்று
Inflammable	எளிதில் எரியும்
Infra-red rays	சிவப்புக் கீழ்க்கதிர்கள்
Injury	ஊறு
Inoculation	மாற்றுப்புகுத்தல்
Inorganic	கரிமமில் (லா)
Insoluble	கரையா
Instinct	இயல்பூக்கம்
Collection	திரட்டூக்கம்
Construction	கட்டூக்கம்
Curiosity	விடுப்பூக்கம்
Insulated	காப்பிட்ட
Intensity	தீவிரம், உறைப்பு
Interest	கவர்ச்சி, அக்கறை
Internal combustion engine	உள்ளெரிபொறி, அகதகன எந்திரம்
Intestine	சிறுகுடல்
Inverse ratio	தலைகீழ் விகிதம்
Inverse square law	தலைகீழ்ச் சதுர விதி
Iron age	இரும்புக் காலம்
Iron gauze	இரும்பு வலை
Jet tube	கூர் நுனிக் குழல்
Judgment	தீர்ப்பு
Keystone	நெற்றிக்கல்

Kipp's apparatus	கிப்பரின் ஆய்கருவி
Laboratory	ஆய்வகம், ஆய்வுக்கூடம்
Latitude	குறுக்குத் தொலை
Lead	காரீயம்
Lens	வில்லை
Lens holder	வில்லைக் கைப்பிடி, வில்லை தாங்கி,
Lesson	பாடம்
Development of	பாடவளர்ச்சி
Model	மாதிரிப் பாடம்
Notes of	பாடக்குறிப்பு
Lignite	பழுப்பு நிலக்கரி
Lime water	சுண்ணநீர்
Lint	பஞ்சுத் துணி
List	பட்டி, ஜாபிதா
Listening practice	கேள்விப்பயிற்சி
Liver	கல்லீரல்
Longitude	நெடுக்குத் தொலை, தீர்க்க ரேகை
Lungs	நுரையீரல்கள், சுவாசப்பைகள்
Magnifying lens	பெருக்காடி
Magic lantern	படம்பெருக்கி, படவிளக்கு
Manganese	மங்கனீசு
Manual	கையேடு
Materialism	உலகாயதம்
Mechanics	பொறி நுட்பவியல்
Medium of Instruction	கற்பிக்கும் வாயில், பாடமொழி பயிற்றுமொழி
Mercury	பாதரசம்
Metabolism	வளர்சிதை மாற்றம்
Metallurgy	உலோக எடுப்பியல்
Meteorology	வானிலையியல்
Meteorological station	வானிலை அறியும் நிலையம்
Method	முறை
Concentric	பொதுமைய முறை
Deductive	விதிவிளக்கு முறை
Demonstration	செய்துகாட்டல் முறை
Development	வளர்ச்சி முறை
Heuristic	தானுகக் கண்டறியும் முறை
Historical	வரலாற்று முறை
Inductive	விதி வரு முறை
Laboratory	ஆய்வக முறை

Lecture	விரிவுரை முறை
Logical	காரண காரிய முறை
Observation	உற்றுநோக்கும் முறை
Play way	விளையாட்டு முறை
Scientific	அறிவியல் முறை
Telling	சொல்லும் முறை
Text book	பாடநூல் முறை
Topic	தலைப்பு முறை
Unit	அலகு முறை
Methylated spirit	மெதிலேறு ஸ்பிரிட்டு, எரிநீர்
Microscope	நுண்பெருக்கி
Microphone	ஒலிபெருக்கி
Micro slides	மைக்ரோ நழுவங்கள்
Mill	ஆலை
Misconception	திரிபுணர்வு
Mixture	கலவை
Model	படிமம், பொம்மை
Moment	திருப்புத்திறன், நெம்புத்திறன்
Mother tongue	தாய்மொழி
Motivation	ஆர்வமூட்டல்
Movies	அசையும் படங்கள், நிழற்படங்கள்
Museum	பழம்பொருட்காட்சி நிலையம்,
Musical notes	இசைச் சுரங்கள்
Nature calendar	இயற்கைப் பஞ்சாங்கம்
News paper	செய்தித்தாள்
Norms	பொதுநிலை அளவை
Note-books	குறிப்பேடுகள்
Nutrition	ஊட்டம்
Objectivity	புறவயம்
Omnivorous	பயிர் புலால் உண்ணும்
Opaque	ஒளிபுகா
Optical lantern	படம் பெருக்கி, படவிளக்கு
Ore	தாதுப்பொருள், உலோக மண்
Orthodox	வழக்காறு தழுவிய
Osmosis	சவ்வூடுபரவல்
Outline	சட்டகம்
Outsider	வெளியார்
Ovary	சூற்பை
Oviparous	முட்டையீனி
Oxide	ஆக்ஸைடு

Oxidation	ஆக்ஸிஜன் ஏற்றம்
Oxygen	ஆக்ஸிஜன்
Pancreas	கணையம்
Paragraph	பத்தி
Paint	பூச்சு
Parasite	புல்லுருவி, கொள்ளை உயிரி
Park	இளமரக்கா
Particle	சின்னம், துணுக்கு
Pendulum	ஊசலி
Periodical	பருவ வெளியீடு
Pest	பீடை
Petal	அல்லி, இதழ்
Phenyle	சாக்கடை மருந்து
Phosphorus	ஃபாஸ்வரம்
Photography	ஒளிப்படக் கலை
Photometer	ஒளிமானி
Physiology	உடலியல்
Pipette	பிப்பெட்டு
Pistil	சூலகம்
Plague	பெருவாரி நோய்
Plan	கிடைப்படம்
Planet	கோள்
Plasma	நிணநீர்
Plaster of Paris	உறைகளி
Poison	நஞ்சு
Pollen	மகரந்தம்
Pollen sac	மகரந்தப்பை
Porcelain	வெண்களி
Potassium chlorate	பொட்டாசியம் குளோரேட்டு
Potentiometer	மின் அழுத்தமானி
Poultry farm	கோழிப்பண்ணை
Powder	பொடி, தூள்
Power station	மின்சார உற்பத்தி நிலையம்
Practical	செய்முறை
Precaution	முன்னெச்சரிக்கை
Projection	பிம்பம் வீழ்த்தல்
Projection apparatus	பிம்பம் வீழ்த்தும் துணைக்கருவி
Prejudice	உளத்தடிப்பு

Preparation room	ஆயத்த அறை
Prompting	தூண்டுதல்
Publication	வெளியீடு
Pulse	நாடித்துடிப்பு
Pump	பம்பு
Pumice stone	பமீஸ்கல்
Purgative	பேதி மருந்து
Qualitative	பண்பறி
Quantitative	அளவறி
Quick lime	சுட்ட சுண்ணும்பு
Radio	வானொலி
Radio station	வானொலி நிலையம்
Railway station	புகைவண்டி நிலையம்
Rain gauge	மழைமானி
Reaction	எதிர் வினை, வேதியியல் வினை
Red lead	செவ்வீயம்
Reagent	வினைப்படுத்து பொருள்கள்
Reasoning	அனுமானித்தல்
Recapitulation	திருப்பிக் கூறல்
Record book	பதிவேடு
Reducing agent	குறைப்பான்
Reference	மேற்கோள், சுட்டு நிலை
Reliability	நம்பகம்
Repair	பழுது பார்த்தல்
Repetition	கூறியது கூறல்
Residue	வண்டல், எச்சம்
Response	துலங்கல்
Resonance	அனுநாதம், நாதக்கட்டு
Retort	வாலை
Routine	நடைமுறை
Saline	உப்பு நீர்
Saturate	தெவிட்டு
Scald	அழற் புண்
Science	அறிவியல்
Applied	பயனறி முறை அறிவியல்
Pure	அறிமுறை அறிவியல்
Scratch	கீறல்
Screen	திரை, தடுப்பு
Screw	திருகாணி

Sediment	தங்கல்
Shell	சிப்பி
Shellac	ஷெல்லாக்கு
Short circuit	குறுக்குச் சுற்று
Sink	கழிநீர்த் தொட்டி
Skeleton	சட்டகம்
Sketch	வரைப்படம்
Skill	வினையாண்மை, திறன்
Slide	நழுவம்
Lantern	படநழுவம்
Soap	சோப்பு, சவர்க்காரம்
Sodium	சோடியம்
Source	மூலம்
Source of light	ஒளி மூலம்
Solubility	கரை திறன்
Solution	கரைசல், விடை
Solvent	கரைப்பான்
Spatula	குறுந்துடுப்பு
Spectrometer	நிறமாலை மானி
Spectrum	நிறமாலை
Spherometer	கோளமானி
Spleen	மண்ணீரல்
Stain	கறை
Stamen	மகரந்தக் கேசரம்
Stamp	தபால் பில்லை
Star	விண்மீன்
Starch	மாப்பொருள், மரக்கூர்
State	மாநிலம்
Statistics	புள்ளிவிவர இயல்
Static electricity	நிலை மின்சாரம்
Stimulus	தூண்டல்
Stirrups	அங்கவடிகள்
Stop cock	குழல் அடைப்பான்
Stopper	அடைப்பான்
Store room	சேகர அறை, சேம அறை
Strength of magnet	காந்தத்தின் வலிவு
Substance	பண்டம்
Surgery	அறுவை சிகிச்சை
Survival of the fittest	தகு பொருள் எஞ்சுதல்

Switch	சொடுக்கி
Syllabus	பாடத்திட்டம்
Symbol	அடையாளம், குறியீடு
Synthesis	தொகுப்பு, ஒன்று சேர்ப்பு
Table	பட்டி
Teaching aid	கற்பிக்கும் சாதனம்
Teaching room	பயிற்றும் அறை
Telegraph	தந்தி
Telephone	தொலை பேசி
Telescope	தொலை நோக்கி
Television	தொலைக்காட்சி
Temperature	வெப்பநிலை
Temperament	மீப்பண்பு
Tentative	தேர்வு நிலை
Tests	சோதனைகள்
Analiogy	ஒப்பிட்டுக் காட்டும் சோதனைகள்
Classification	இனச் சோதனைகள்
Comparison	ஒப்பீட்டு ஆய்வுகள்
Completion	நிரப்புச் சோதனைகள்
Diagnostic	குறையறிச் சோதனைகள்
Essay type	கட்டுரைமுறைச் சோதனைகள்
Matching	இணைக்கும் சோதனைகள்
Multiple choice	பொறுக்குச் சோதனைகள்
New type	புது முறைச் சோதனைகள்
Objective	புறநிலைச் சோதனைகள்
Oral	வாய்மொழிச் சோதனைகள்
Practical	செயல்முறைச் சோதனைகள்
Prognostic	முன்னறிவுச் சோதனைகள்
Recall type	நினைவுகூர் சோதனைகள்
Recognition type	மறித்துணர்வகை சோதனைகள்
True-False	சரி-தவறு சோதனைகள்
Yes-No	ஆம்-இல்லை சோதனைகள்
Text book	பாட நூல்
Theory	கொள்கை
Thermometer	வெப்பநிலைமானி
Clinical	சுர வெப்ப நிலைமானி
Thinking	சிந்தனை
Tin	ஈயம்
Tincture of iodine	டிங்க்சர் அயோடின்

Tissue	இழையம், திசு, உயிரணுத்தொகுப்பு
Tongs	குறடு
Tonsil	(உள்) தொண்டைச் சதை
Transformer	மாற்றி
Transparent	ஒளிபுகும், ஒளிபாயும்
Treatment	சிகிச்சை
Tripod	முக்காலி
Trough	தொட்டி, தாழி
Turpentine	கற்பூரத் தைலம்
Ulcer	புண், இரணம்
Ultra-violet rays	ஊதா மேற்கதிர்கள்
Universe	அகிலம்
University	பல்கலைக் கழகம்
Unit plan	அலகு திட்டம்
Uvula	உண்ணாக்கு
Vacuum flask	வெற்றிடக் குடுவை
Valency	அணுமுக எண்
Validity	ஏற்புடைமை
Value	மதிப்பு
Variation	மாறுதல்
Varnish	மினுக்கெண்ணெய், பூச்செண்ணெய்
Vein	வடிகுழல், சிரை
Vinegar	காடி
Viscosity	பாகுநிலைமை
Visual	கட்புல
Vitamins	விட்டமின் சத்துக்கள்
Viviparous	குட்டியீனி
Volume	கன அளவு
Wave motion	அலை இயக்கம்
Weather cock	காற்றுத் திசைகாட்டி
Weeds	களைகள்
Weeklies	கிழமை இதழ்கள்
Weight	எடை
Wheatstone bridges	வீட்ஸ்டன் பாலங்கள்
Window	சாளரம்
Wire gauze	கம்பி வலை
Wireless	கம்பியில்லாத் தந்தி
Wircless waves	கம்பியில்லாத் தந்தி அலைகள்
Womb	கருப்பை

Work	வேலை
Workshop	தொழிற்சாலை, பட்டறை
Wrist	மணிக்கட்டு
X-rays	X-கதிர்கள், புதிர்க் கதிர்கள்
Yeast	புரை, புளிக்கூடு
Zoo	மிருகக்காட்சிசாலை

பின்னிணைப்பு — 4

பொருட் குறிப்பு அகராதி



First Paper: *என்ன ஆச்சரியம்?* **"Enna Aacharyam !" [1949]**

ஓர் அறிமுகம்

பேராசிரியர்

ந சுப்பு ரெட்டியார்



Books Published : **135 + 1**
Papers Published : **200** [Tamil 173 + English 27]
Endowments established: **10**
Endowment Lectures : **12**
Awards received: **8**
Prizes won : **14**
Titles conferred : **8**

Masterpieces:

1) Tamil Payitrum Murai [1957]
2) Religion & Philosophy of Naalayira Divyap-pirabhandham with special reference to Nammalwar [English][His PhD thesis] [1977]
3) Kalvi Ulaviyal Kotpaadukal [1989]
4) Vainava Selvam [1995]

Financial Aid for publishing the Books:

a) Tirumala Tirupathi Devasthanams - 21

b) Directorate of Tamil Development
Government of Tamil Nadu - 6

Research on Professor's Books

a) University of Madras - 1993 (leading to PhD)
b) Madurai Kamaraj University - 2017 (leading to PhD)



பேராசிரியரின் 135 நூல்களில், தெரிவு செய்யப்பெற்ற 100 நூல்கள் (முழுமையாக)
http://tinyurl.com/nsr100collections
எனும் இணையதளத்தில் உள்ளன. [freely downloadable]

India Book of Records

CERTIFICATE

CENTENARY CELEBRATIONS OF PROF DR. N SUBBU REDDIAR

Prof Dr S Ramalingam (born on 13 Oct 1949) Organizing Secretary, Na Subbu Reddiar 100 Educational Trust, Chennai, Tamil Nadu, has conceived, designed and meticulously executed 108 Centenary Events throughout Tamil Nadu during the Centenary Year (2015-2016) of Prof. Dr. N Subbu Reddiar who served the cause of education for 65 years andwritten 135 books in various fields (100 books after retirement).

Biswaroop Roy Chowdhury
Chief Editor
India Book of Records

Date: March 19, 2018

India Book of Records is registered with the Government of India with RNI no. HARENG/2010/32259.

India Book of Records is affiliated to Asia Book of Records and follows Asian Protocol of Records (APRs) as per the consensus arrived at the meeting of the Chief Editors of National Record Books, Ho Chi Minh City, Vietnam.

ISBN: 978-81-938927-1-8

9 788193 892718 >

